

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 16 (1920-1922)
Heft: 4

Artikel: Geologische Untersuchungen im Molésongebiet
Autor: Mauve, C.C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-157931>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Geologische Untersuchungen im Molésongebiet.

Mit drei Tafeln (VI—VIII).

Von C. C. MAUVE.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	375
<i>Stratigraphischer Teil</i>	376
Trias	377
Gyps	377
Rauhwacke	378
Dolomit	379
Rhät	380
Lias	382
Hettangien	382
Sinémurien und Pliensbachien	383
Toarcien	392
Dogger	397
Bajocien	397
Unteres Bajocien (Aalénien)	398
Oberes Bajocien (Lédonien)	403
Bathonien	404
Callovien	412
Malm	413
Oxfordien-Argovien (Unterer Malm)	413
Séquanien-Kiméridgien-Portlandien (Oberer Malm)	416
Kreide	419
Neocom (Untere Kreide)	419
Couches-rouges (Mittlere und Obere Kreide)	420
Flysch	421
<i>Tektonischer Teil</i>	421
Spezielle Beschreibung	421
Allgemeine Bemerkungen; Schlussfolgerungen	443
<i>Eiszeitliche Vergletscherung des Gebietes</i>	445
Moränen des Saane-Gletschers	445
Moräne des Rhone-Gletschers	447
Lokalmoränen	447
Schotter	448
<i>Wasserführung; Quellen</i>	449
<i>Literatur-Verzeichnis</i>	454

Einleitung.

Das von mir untersuchte Gebiet des Moléson und seiner Umgebung wird gegen W und N abgeschlossen durch die Grenze der Decke der Préalpes-médianes mit dem Flysch, gegen E durch das Tal der Saane, gegen S durch eine Linie, welche durch die Ortschaft Albeuve in W-Richtung hindurchgeht und zusammenfällt mit dem S-Rande der Blätter „Grandvillard“ und „Châtel St. Denis“ des Siegfriedatlases.

Die Arbeit ist als eine stratigraphisch-tektonische Untersuchung gedacht, zusammengehend mit einer Kartierung auf Grundlage der Siegfriedkarte 1 : 25,000.

Über den Moléson und seine Umgebung ist in der Literatur verhältnismässig wenig zu finden.

Von den älteren Autoren erwähnt nur BERNHARD STUDER (Lit. 27, p. 155) das Gebiet. Er sagt darüber in seiner „Geologie der Schweiz“: „Wie durch eine Verwerfung von der Dent de Lys losgesprengt, steigt NW von ihr der Moléson, 2007 m, auf; ein einzelner, nach allen Seiten schroff abgestürzter Felsstock, umgeben von ausgedehnten Weiden und Waldungen, deren Grundlage, wo sie durch Graben aufgerissen ist, bis in eine Tiefe von 50 bis 100 m nur diluvialen Kalkschutt zeigt. Die Entstehung dieses in jeder Gebirgsansicht der Westschweiz auffallenden Gipfels kann wohl nur durch ein Zurücksinken seiner Umgebung erklärt werden. Von gewaltigen Störungen zeugen die vielen Zikzackbiegungen der Schichten, und ihre Neigung gegen das Innere des Berges, als ob von Ost und West her derselbe eine Quetschung erlitten hätte.“

Eine kleine Spezialarbeit über das Gebiet publizierte 1870 ERNEST FAVRE (Lit. 2), doch ist diese Untersuchung ziemlich oberflächlich und befasst sich in der Hauptsache mit der Stratiographie; ich werde sie im betreffenden Teil meiner Arbeit näher erwähnen.

Die klassische Arbeit von E. FAVRE und H. SCHARDT (Lit. 3) über die Préalpes des Kantons Waadt und des Chablais, sowie der der Kette der Dent du Midi, ist dann viel eingehender und befasst sich namentlich auch mehr mit der Tektonik meines Untersuchungsgebietes.

GILLIÉRON erwähnt in seinen Arbeiten über den Montsalvens, sowie in seiner „Descr. géol. des territoires de Vaud, Fribourg et Berne“ den nördlichen Teil meines Gebietes, welches noch zu Blatt XII gehört, fast gar nicht.

Nur mit der Palaeontologie befassen sich dann die Arbeiten von FISCHER-OOSTER über „Ichthyosaurus tenuirostris aus den

Liasschichten“ (Lit. 5) sowie: Über die Liaszone zwischen Moléson und Niremont (Lit. 4), und auch die Arbeit von HUG über die Liasfauna von Teysachaux (Lit. 16) ist nur paläontologisch.

Was die betreffenden Blätter der 1:100.000-Karte anbetrifft, so wurde Blatt XVII, soweit mein Gebiet in Betracht kommt, von E. FAVRE aufgenommen, dessen Ergebnisse sehr stark von den meinigen abweichen, speziell in der Zone zwischen dem Moléson und Gruyères, wo er eine Antiklinale gar nicht beobachtet hat, und eine andere sehr ungenügend angegeben. Dies ist wohl der Grund, warum man beim Studium der Blätter XII und XVII an der Stelle, wo diese aneinandergrenzen, sich über die eigentliche Lagerung keine Vorstellung machen kann, umsomehr, als nach meiner Meinung die Kartierung des betreffenden Teiles von Blatt XII durch GILLIÉRON sehr gut mit den Tatsachen übereinstimmt, während dies auf Blatt XVII nicht zutrifft, so dass beide Blätter hier also einander widersprechen.

Zum Schluss möchte ich noch die Berichte von SCHARDT über die Geologischen Exkursionen in die Préalpen von 1894 und 1908, sowie dessen Arbeit, betitelt: *Les Régions exotiques du versant nord des Alpes suisses* (Lit. 23—25) erwähnen. In Lit. 24 findet man ein durch den Moléson gehendes Profil.

I. Stratigraphischer Teil.

Bei der stratigraphischen Bearbeitung des Gebietes habe ich mich so viel wie möglich bemüht, die verschiedenen Horizonte mit Leitfossilien nachzuweisen, die alle an Ort und Stelle aus dem Anstehenden gesammelt wurden.

Diese eigentlich selbstverständliche Arbeitsweise erwähne ich besonders, weil man früher in diesem Gebiete offenbar sehr vieles aus Schutthalden zusammengelesen hat und dadurch zu der Vorstellung gelangte, dass vieles sonst nicht Zusammengehörendes hier zusammen im gleichen Horizont vereinigt vorkomme, speziell war dies mit Lias- und Dogger-Fossilien der Fall.

Das reichhaltige vom Moléson herrührende Material, welches sich in den verschiedenen Museen in Bern, Lausanne etc. befindet, ist zum grössten Teil von Sammlern auf oben angedeutete Weise zusammengesucht worden; es wurde so eine grosse Menge verschiedener Spezies zusammengebracht, aber da die Fundstellen zum Teil sehr ungenügend angegeben sind, ist dieses reiche Material zum stratigraphischen Studium des Gebiets ziemlich wertlos.

Wenn ich im stratigraphischen Teil nicht immer das erreichte, was ich gewünscht hätte, so hat dies verschiedene Ursachen. Erstens fehlen in einzelnen Horizonten die Fossilien fast vollständig, z. B. im Dolomit, dann im Untern Lias (Sinémurien) speziell im mittleren Teil, ebenso im Oberen Malm. Eine andere Schwierigkeit liegt darin, dass das Gebiet zum Teil sehr schlecht aufgeschlossen ist, was zusammen mit den tektonischen Komplikationen zur Folge hat, dass man ein durchgehendes Schichtenprofil durch verschiedene Horizonte nur selten antrifft; dies macht eine Schätzung der Mächtigkeiten der verschiedenen Horizonte ausserordentlich schwierig.

1. TRIAS.

a) *Gips*. Dieser tiefste im Gebiet auftretende Horizont ist nur an zwei Stellen anstehend nachweisbar; erstens bei Pringy an der W-Seite der Albeuve an der auf der Siegfriedkarte mit der Zahl 76 angegebenen Stelle, zweitens WNW Petit Plané in der Höhe 1400 m. Die beiden Ablagerungen finden sich tektonisch in der gleichen Lage, d. h. sie liegen beide an der Basis der Überschiebungsdecke auf dem darunterliegenden Flysch. Ausgenommen an den oben angegebenen Stellen ist der Gips überall an der Kontaktzone verschwunden, entweder durch Ausquetschung oder durch Auslaugung. Dieser Vorgang gibt sich durch verschiedene Gipsquellen kund, sowie durch die schwefelhaltige Quelle bei Montbarry-les-Bains.

Die Umgebung der Gipsgrube von Pringy ist sehr schlecht aufgeschlossen, an der W-Seite findet man am Weg Flysch, welcher selbstverständlich in stark gestörter Lagerung ist. An der SE-Seite der Grube ist der Gips überlagert von dunkelgrauen mergeligschiefrigen Kalken, welche wohl dem Bajocien angehören. Prof. Schardt fand hierin Posidonomyen.

Die Farbe des Gipses ist hell, stellenweise etwas grau, je nachdem er mehr oder weniger von Mergel verunreinigt ist. Diese Mergel einlagerungen zeigen meistens eine mehr oder weniger ausgesprochene Schichtung, wodurch eine Abwechslung von helleren und dunklern Partien entsteht. Der Gips ist auch hier meistens begleitet von buntem Mergel (rot oder grün). Etwas weiter SE von der eigentlichen Grube finden sich noch einige Gipstrichter, welche auf der Karte angegeben sind.

Der Gips findet sich wie gesagt nur an dem äusseren Rand der Decke, da wo diese auf dem Flysch aufliegt. Nirgends tritt er aber in den Kernen der Antiklinalen als Anstehendes auf, diese sind immer höchstens bis zum Dolomit oder bis zur Rauhwaacke aufgerissen. Doch verrät sich das Vorhanden-

sein von Gips in der Tiefe durch die bekannten trichterförmigen Einsenkungen des Bodens, welche manchmal mit Wasser angefüllt sind. Das am meisten typische Vorkommen dieser Art findet man SE der Hütte „La Chaux-dessous“ am Waldrande; es ist auf der Siegfriedkarte als kleines Seelein eingetragen. Es liegt in der Antiklinale, welche von Gruyères über le Morgeron, Punkt 1001 am Albeuve, nach la Chaux-dessous sich erstreckt und sich da rasch schliesst, indem das ganze Gewölbe in NW-Richtung vorgedrückt wird. Die Ufer des Seeleins senken sich genau trichterförmig. Obwohl in der unmittelbaren Nähe keine Rauhwacke anstehend vorkommt, so glaube ich doch, in Anbetracht der typischen Form, hier sicher einen Gipstrichter annehmen zu müssen.

Bei Le Morgeron findet sich in dem von Moränen bedeckten Terrain ein ähnliches Vorkommen; es handelt sich ebenfalls um ein Seelein, das allerdings weniger typisch ist als dasjenige von La Chaux-dessous. Beiderseits zeigen sich noch eine Anzahl Einsenkungen in der Richtung der Antiklinale.

b) *Rauhwacke*. Die Rauhwacke bildet das Liegende des Dolomites und ist immer dort anzutreffen, wo die Antiklinalen genügend tief aufgerissen sind. Die Rauhwacke ist ein verwitterter Dolomit, wobei das Ca CO_3 fortgeschafft wurde und das Mg CO_3 übrig blieb, das letztere aber nur da, wo die Rauhwacke sich auf primärer Lagerstätte befindet. Es wird öfters angenommen, dass tektonische Wirkungen bei der Umwandlung von Dolomit in Rauhwacke eine grosse Rolle spielen. Dies wird auch sicher der Fall sein, aber andererseits gibt es Dolomite, die sich, auch noch so disloziert und gequetscht, nie in Rauhwacke umwandeln, was im Gebiet der Karte an verschiedenen Stellen nachweisbar ist. Es hängt demnach ganz und gar von der chemischen und strukturellen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials ab, ob ein Dolomit sich wohl oder nicht in Rauhwacke umwandeln kann. Wenn man in Betracht zieht, dass das Liegende der Rauhwacke der Gips ist, und das Hangende der Dolomit, so kann man mit HOLST PELLEKAAN (Lit. 12) annehmen, dass die Rauhwackebildung durch primären Reichtum an Anhydrit und Salz bedingt wird. KRIGE hat Belege für diese Annahme gefunden, indem er sowohl im Dolomit als in Rauhwacke Sulfate vorfand. Ich habe die Dolomite meines Gebietes geprüft, indem ich sie wie KRIGE (Lit. 19) behandelte (Pulverisieren, Auslaugen und die Lösung mit Bariumchlorid prüfen); ich fand aber keine Spur von Gips, so dass man erklären muss, dass HOLST PELLEKAAN's Annahme für die Rauhwacken der Préalpes nicht zutrifft.

Es ist also hier nur das Verhältnis des MgCO_3 gegenüber dem CaCO_3 , welches ausschlaggebend ist für die Bildung der Rauhwanke. Wenn man dies annimmt, so kommt man leicht zur Überzeugung, dass Dolomit, welcher viel MgCO_3 enthält, auch gegenüber nur wenig Kohlensäure enthaltendem Wasser sehr wenig widerstandsfähig ist und sich also leicht zersetzen wird, wobei vorherige Zerklüftung nach mehreren sich kreuzenden Richtungen eine wichtige Rolle spielt. Wenn das Gestein dann zerfällt, bildet das in demselben vorher sehr fein verteilte CaCO_3 leicht eine übersättigte Lösung, sogar wenn das Wasser auch nur wenig von seinem Kohlensäuregehalt verliert. Das CaCO_3 wird also leicht ausfallen und sich auf sekundärer Lagerstätte absetzen, indem es dort das zerrüttete Gestein fest verkittet. Eine derartige Bildung, wobei fremde Gesteinstrümmer mit Dolomitbrocken gemengt und durch CaCO_3 als Bindemittel fest verkittet sind, findet sich z. B. sehr schön in dem Seitenbach der Marivue, welche zwischen Cerniat-derrey und Gobalet in den Hauptbach einmündet. Dolomit- und Rauhwankebruchstücke sowie Kalksteinbrocken finden sich hier als eine ausgedehnte zusammengekittete Masse, welche in 1330 m Höhe als ein gewaltiges Dach über das Südufer des Baches hervorragt. Der Bach hat sich also hier unter jenem Gebilde eingegraben. Das Ganze ist dem Aussehen nach sehr rauhwankeähnlich.

In dem NE der Marivue gelegenen Seitenbach findet sich ein ähnliches Vorkommen, nur fließt der Bach hier auf der zusammengebackenen Masse von Dolomittrümmern und ist fast gar kein fremdartiges Gestein vorhanden.

c) *Dolomit*. Der Dolomit ist ein hellgelbes oder hellgraues, stellenweise etwas bräunliches Gestein, welches öfters von bräunlichen Tonhäuten durchsetzt ist; meistens ist der Dolomit gut geschichtet in Bänken von 10 bis 40 cm Mächtigkeit. Das Gestein ist in den oberen Partien etwas weniger dicht und hat dann öfters einen rötlichen Anflug. Vielfach ist es auch mit feinen Calcitadern durchsetzt. Fossilien finden sich nirgends.¹⁾

In dem höheren Teil finden sich zwischen den Dolomitbänken Einlagerungen von buntem Mergel, die an der Grenze mit dem Rhät öfters eine Mächtigkeit von bis zu 2 m erreichen. Man findet diese besonders gut aufgeschlossen am Weg Le Laviau-Gruyères. Der Dolomit findet sich anstehend in der Antiklinale I nur im NE-Teil in der Rinne des Afflon und an der

¹⁾ Die verschiedenen Überschiebungsfalten und Schuppen, wie man sie auf der Karte und noch besser auf den Profilen unterscheiden kann, sind von SE nach NW mit 1—4 numeriert, wobei die Synklinalen mit S (S 1 etc.), die Antiklinalen mit A (A I etc.) bezeichnet werden.

von La Vudallaz, in der Überschiebungsfalte II oberhalb Enney im Collivret sowie in der Antiklinalzone II von la Chenalettaz im NE bis La Vy des Pounnes und weiter von dem Bach der Deroutze mit nur kurzen Unterbrüchen bis S der Kante bei Gros-Mology. In der nach NW folgenden Antiklinale A III ist der Dolomit bei Gruyères gut aufgeschlossen, wo er in zwei kleinen Brüchen W Petit Clos ausgebeutet wurde: das Gestein ist zur Strassenbeschotterung verwendet worden.

Man kann den Dolomit in dieser Antiklinale mit Unterbrüchen verfolgen bis W Clefs d'en Haut, wo er unter die Liasschichten untertaucht. Ausgenommen ein kleines Vorkommen NW Petit Plané—Petit Mology tritt derselbe nicht mehr hervor.

In der Antiklinale A IV findet sich der Dolomit nur im W des Waldes W la Caudraz und am W-Rande des Waldes von le Vilou.

2. RHÄT.

Das Rhät besteht, obwohl es sehr wenig mächtig ist, vielfach aus verschiedenartig ausgebildeten Kalken, was bei seiner Flachseefacies wohl verständlich ist. Ein guter Aufschluss, wo man das Rhät in seiner ganzen Mächtigkeit studieren könnte, findet sich nirgends. Ich glaube, Detailprofile der verschiedenen mehr oder weniger unvollständigen Aufschlüsse um so eher weglassen zu können, als in der Fortsetzung meines Gebietes nach S sich das klassische Rhätprofil befindet, welches von SCHARDT in der Gorge de Chauderon aufgenommen worden ist (Lit. 3). Was die Ausbildung der Gesteine in meinem Gebiete anbetrifft, so ist der tiefere Teil dieses Horizontes, wie in der Gegend von Montreux, eher mehr kalkig, der höhere Teil eher mehr mergelig. Das Rhät findet sich am besten aufgeschlossen in der direkt N von Petit Mology in W-Richtung hinuntergehenden Bachrinne (auf der Karte nicht als Bach, sondern als flache Rinne eingezeichnet). Die Schichten bilden hier ein flaches überschobenes Gewölbe. Das Rhät ist hier zum grossen Teil in hellanwitternden, ungefähr 40 cm mächtigen Bänken ausgebildet, welche N 25° W einfallen. Diese Fundstelle wird auch Les Pueys genannt.

SCHARDT und FAVRE sagen über dieses Vorkommen (Lit. 3, p. 32):

„La série des couches qu'on y observe est, à partir des plus anciennes:

1. Calcaire gris en bancs épais, remplis de gros *Mégadolon* dont la conservation est très imparfaite, mais dont les sections apparaissent nombreuses à la surface. Un de ces bancs de

couleur gris-rouge renferme beaucoup de *Pentacrinus*, probablement le *Pentacrinus bavaricus* Winkl.

2. Calcaire en bancs épais, rempli de polypiers rameux qui se dessinent en blanc sur la couleur foncée de la roche.

3. Calcaire lumachelle, alternant avec des feuillets marneux et rempli de *Avicula contorta* Park. et *Terebratula gregaria* Suess.“

Es werden folgende Fossilien von hier erwähnt:

Megalodon sp.

Avicula contorta Park.

Modiola minuta Goldf.

Pecten Falgari Mer.

Plicatula (? *Placunopsis*) *fissistriata* Winkl. (Pl. Archisei Stopp.)

Pentacrinus bavaricus Winkl.

Der obere Teil des Rhät, dessen Grenze gegen den Lias hier schlecht aufgeschlossen ist, liegt ungefähr bei 1395 m. Es finden sich einige stark mergelige Bänke, welche zum Teil zu Rauhwacke verwittert sind, auch fand sich ein Stück der Echinodermenbreccie. Bei 1365 m kreuzt der Bach einen auf der Karte nicht angegebenen Holzweg; folgt man diesem Weg nach SW, so stösst das Rhät direkt an Dolomit, dagegen nach NE findet sich der Kontakt Rhät-Pliensbachien.

SCHARDT und FAVRE (ibid.) machen zu diesem Vorkommen noch die Bemerkung: „Il y présente un faciès qui ne se retrouve nulle part dans cette contrée.“ Doch glaube ich, dass diese Ausbildung doch wohl in dieser ganzen Antiklinale typisch ist. Ich fand sie namentlich viel weiter nach NE in dem auf der Siegfriedkarte nicht eingezeichneten Bach, welcher im Walde östlich le Morgeron (945 m) der Grenze Dolomit-Rhät entlang hinunterfliesst. Man findet hier am rechten Bachufer das Rhät, ähnlich ausgebildet wie oben beschrieben, zwischen 1905 und 1920 m gut aufgeschlossen. Durch den Bach geht hier eine Lokalstörung, indem die Rhätschichten viel weniger steil einfallen als der Dolomit am linken Bachufer. Man kann diese Zone weiter nach NE zu verfolgen im unteren Teil des Bois de Chesallaz, doch ist sie da noch viel weniger gut aufgeschlossen.

Bei Gruyères findet man an dem Weg, welcher von Le Laviau zum Städtchen hinaufführt, das Rhät nur als dunkelgrauen Lumachellenkalk aufgeschlossen. Auch hier ist wohl eine Lokalstörung vorhanden, wodurch das Rhät durch Ausquetschung reduziert wurde. An anderen Stellen dieser gleichen Antiklinale ist das Rhät infolge Überschiebungen ganz verschwunden, z. B. an der Brücke 847 über die Albeuve, am Wasserfall im Bach

oberhalb Chaux-dessous. Auf diese Vorkommnisse werde ich im tektonischen Teil noch zurückkommen.

In der Antiklinale A II findet man das Rhät am besten aufgeschlossen bei la Palleuve in mächtigen rötlich anwitternden Bänken, welche schwach nach SE einfallen. Die Hütte ist auf diese Rhätschichten gebaut. In ihrer Fortsetzung sind sie deutlich von Lias überschoben, so dass auch hier der Aufschluss kein vollständiges Schichtungsprofil darstellt.

Das Rhät lässt sich auf der ganzen Länge dieser Antiklinale II in den Bächen der Deroutze-Puey, sowie bei Pétère, Pair au Bœuf und Gros-Mology, immer aber unvollständig aufgeschlossen, nachweisen.

In der am meisten NE gelagerten Antiklinale A I findet sich das Rhät gut aufgeschlossen im Tal des Afflon. Speziell in dem kleinen rechten Seitenbach, welcher ungefähr gegenüber der Stelle einmündet, wo die Steigung des Weges nach Les Chats im Walde anzusteigen beginnt. Das Rhät, welches hier vorherrschend aus dunklen Kalken besteht, enthält auch grobe dolomitische Breccien. Die eingelagerten Dolomitstücke sind viel grösser, aber dafür viel weniger zahlreich als in der noch zu beschreibenden Dolomitbreccie des Lias und machen den Eindruck, viel weniger weit her transportiert worden zu sein. Ausserdem findet sich das Rhät in dieser Antiklinale noch gut aufgeschlossen an der NW-Flanke der Vudallaz.

In der Folge sollen die stratigraphischen Beschreibungen bei den am meisten SE gelagerten Überschiebungskomplexen beginnen. Wenn ich hierin eine Ausnahme gemacht habe, geschah dies, weil ich zuerst das Rhätvorkommen von Petit-Mology behandeln wollte.

3. LIAS.

a) *Hettangien*. Das Rhät geht nach oben zu in das Hettangien (= unterstes Sinémurien) über, welches im unteren Teil von mächtigen Bänken eines mehr oder weniger sandigen, dunkelgrauen, vielfach oolithischen Kalkes gebildet wird, der meist hellgelb bis rötlich anwittert. Der obere Teil des Hettangien wird gebildet von grauen, stellenweise braungrauen, sehr hell anwitternden, dichten reinen Kalken. Diese sind sehr flachbrüchig und dünn gebankt (10 bis 20 cm). Auf dem frischen Bruch zeigt das Gestein öfters stecknadelkopfgrosse dunkle Punkte. Beide Horizonte gehen allmählich ineinander über.

Am besten ist das *Hettangien* aufgeschlossen auf der E-Seite des Vudallaz-Grates, an dem auch auf der Karte eingezeichneten Felsen oberhalb der oberen Hütten Les Ciernes. Die

unterste Partie des Aufschlusses entspricht genau den tieferen Horizonten, während die hell angewitterten, weniger mächtigen, regelmässig gebankten Kalke darüber die höhere Partie darstellen. Es fanden sich hier folgende Fossilien:

Ctenostreon tuberculatum Terq. (Lima tub. Terq.)

Terquem: Pal. Lias. Lux. Hettange. Mém. Soc. Géol. de France. 2ème série, t. 5, pl. XXII, fig. 3.

Dumortier: Dép. jur. du bassin du Rhône. Pl. VIII, fig. 3.

Lima (*Plagiostoma*) *punctata* Sow.

Sowerby: Min. conch. p. 79, Taf. 113, Fig. 1.

Ostrea irregularis Münst.

Lima (*Plagiostoma*) *gigantea* Sow.

Sowerby: Min. conch. p. 56, Taf. 77.

Rhynchonella belemnica Quenst. (*Terebratula*).

Quenstedt: Jura. Pag. 74, Tab. 8, Fig. 15. (Mein Exemplar ist wohl ein junges Exemplar dieser Form.)

Ich konnte das Hettangien ferner noch sehr gut nachweisen am N-Abhang der Vudallaz in der gleichen Antiklinale A I. Nicht ausgeschlossen ist es, dass das Hettangien auch in der mehr NW gelagerten schmalen Antiklinalzone II ansteht. Ich fand hier Spuren von Hettangien, allerdings stark zerdrückt, unterhalb des Dolomites in dem Bach von les Pueys bei Déroutze-Pueys. Hettangien scheint auch im Bach oberhalb Praz-Catillaz vorzukommen.

b) Sinémurien und Pliensbachien. Die nun folgende Partie des Lias, zwischen Hettangien und Toarcien, bilden das mittlere und obere Sinémurien und das Pliensbachien. Ein durchgehendes Profil, welches verhältnismässig gut aufgeschlossen ist, findet sich in der einzigen Zone, wo der Untere und Mittlere Lias vollständig entwickelt sind, nämlich in der Synklinale 1 an der Nordkante der Vudallaz (P. 1671).

Man hat hier mehrere Lawinenverbauungsmauern angebracht und das dazu nötige Gestein an Ort und Stelle aus dem Anstehenden durch Sprengen gewonnen. Die so entstandenen Aufschlüsse, die sich in gleichen und nicht allzugrossen Distanzen wiederholen, geben ein schönes Bild des Unteren Lias und des unteren Teils des Mittleren Lias. Fossilien sind hier leider äusserst selten; wollte man die Horizonte ausscheiden, so müsste man sich an die lithologischen Eigenschaften des Gesteins halten, speziell an die Horizonte der dolomitischen Breccien und Echinodermenbreccien. Ich gebe darum hier eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Schichten, so wie sie übereinander vorkommen. Das Streichen ist durchwegs N 60° E, das Fallen in den unteren Partien 45° SE, höher oben

weniger. Bis zu 1530 m findet sich der Trias-Dolomit, welcher dann vom Rhät bedeckt wird. Das Rhät ist meistens kalkig, in mächtigen Bänken mit Mergelzwischenlagen; das Gestein ist nach aussen mehr bräunlich, innen schwarz. Dann kommen einige schlecht aufgeschlossene mehr mergelige Bänke, während die höhere Partie von stark dolomitischen Bänken gebildet wird.

Bei 1560 m beginnt das tiefere Hettangien, in hellbraunen, höchst unregelmässigen, stark mit Calcit durchsetzten Bänken, welche nach oben zu in flachbrüchige, graue, aussen braungraue, malmartige Kalke übergehen. Diese sind dem höheren Hettangien von Cierne gleichzustellen.

Bei 1595 m findet man wiederum etwas Lumachellenkalk des Rhät, so dass hier eine lokale Überschiebung vorhanden sein muss. Darüber kommt dann wieder der flachbrüchige Kalk des höheren Hettangien. Ob zwischen diesem Rhät und dem höheren Hettangien das tiefere Hettangien vorkommt, konnte wegen Fehlens der Aufschlüsse nicht nachgewiesen werden.

Bei 1610 m findet sich noch immer der braungraue, innen dunkelgraue, flachbrüchige kieselfreie Kalk.

Bei 1612 m ändert sich das Gestein; der Bruch wird unregelmässiger; die Farbe des Kalkes ist sich zwar gleich geblieben, hingegen treten schon ziemlich viel Echinodermenbruchstücke auf.

Bei 1625 m ist das Gestein noch das gleiche wie bei 1612 m, nur etwas härter.

Bei 1630 m findet man noch das Gleiche. Der Kalk ist stellenweise von Malmkalk nicht zu unterscheiden; es fand sich hier ein Bruchstück von:

Arietites conf. Conybeari. Sow.

Bei 1635 m ist der Kalk dunkler geworden, innen dunkelgrau, aussen bräunlich; das Gestein enthält ziemlich viel Kiesel. Das Typische dieses Horizontes sind die in dem Gestein massenhaft auftretenden Dolomittrümmer. Auf dem frischen Bruch sind diese im Innern des Gesteins nur schwierig zu unterscheiden und heben sich dann nur durch einen mehr grünlichen Ton von der umgebenden dunkelgrauen Masse ab. Um so besser erkennt man diese Bruchstücke auf der angewitterten Oberfläche, wo sie als helle, bräunlichgelbe Stellen hervortreten. Stellenweise ist das Gestein dermassen von Dolomit durchsetzt, dass es eine eigentliche Dolomitbreccie bildet. Wenn der Dolomit ausgelaugt ist, hat das Gestein an der Oberfläche eine spongiöse Beschaffenheit.

Bei 1641 m ist das Gestein braungrau und stark zuckerkörnig; wenn Kiesel vorkommt, so ist dies nur in dunklen stärker

kieseligen Partien, welche das Gestein durchsetzen, der Fall; stellenweise treten geradezu Kiesellager auf.

Bei 1645 m findet sich die helle Echinodermenbreccie, welche als sogenannter „Marbre d'Arvel“ schon mehrfach beschrieben wurde. Zwischen den einzelnen Echinodermenbruchstücken finden sich öfters rotbraune Partikel; von Fossilien fand ich nur einige unbestimmbare Terebrateln.

Bei 1650 m ist der Kalk braungrau und zuckerkörnig, Echinodermenbruchstücke finden sich noch viele, doch kann man das Gestein nicht mehr als eine eigentliche Echinodermenbreccie betrachten. Nach oben zu bis zum höchsten Punkt 1671 m wird der Kalk dunkler und mehr kieselig; der Kiesel findet sich teils in Lagen, teils ist er im ganzen Gestein verteilt.

Da ich im Unterlias sozusagen keine Fossilien fand, ist es angezeigt, hier einige Angaben aus der schönen Publikation von HORWITZ (Lit. 14) folgen zu lassen, die seine Untersuchungen am Massif des Bruns, östlich des Jauntales und dessen Umgebung, im NE meines Untersuchungsgebietes, betreffen. HORWITZ unterscheidet dort drei topographische Zonen:

- I. Zone: Massiv von Arsajoux und Thoosrain. Diese Zone trennt das Massif des Bruns i. e. S. von der Kette der Berra (Nappe der Préalpes externes).
- II. Zone: Zone von Charmey-Lac-Noir; begrenzt das Massif des Bruns an der äusseren Seite.
- III. Zone: Im Fang-Bellegarde-Col-des-Nüschels; begrenzt das Massif des Bruns an der SW-Seite und trennt es von dem innern Teil der Préalpes médianes. Mit Dogger à Mytilus).

Die Stratigraphie der ersten Zone ist schon früher von HORWITZ in einer Publikation (Lit. 13) eingehend behandelt worden, während die Ergebnisse der Untersuchung der dritten Zone noch nicht vorliegen.

Bei la Vudallaz handelt es sich um Zone II, währenddem Zone I mehr NW vorgelagert ist und Zone III östlich der Saane ausserhalb meines Gebietes durchstreicht.

HORWITZ unterscheidet in der Zone II folgende Sinémurienhorizonte (Lit. 14):

„Lotharingien sup.: Calcaire foncé, quelquefois spathique et glauconitifère (riche faune d'Ammonites et de Belemnites).

Lotharingien inf.: Calcaire spathique, ordinairement gris-clair (fossiles peu nombreux).

Sinémurien sup.: Calcaire spathique avec intercalations de bandes des quartzites.

- Sinémurien inf.: Brèche dolomitique avec une faune très riche (*Gryphaea*, *Cardinia*, *Pleurotomaria*, *Rhynchonella*; quelques *Ammonites* de petite taille).
- Hettangien: Calcaires clairs, nettement oolithiques (3 niveaux).
c. n. à Polypiers. b. n. à *Pecten Valoniensis*; à Fossiles peu nombreux.
- Rhétien: Calcaire plus ou moins dolomitique avec *Terebratula gregaria*.
Lumachelle d'un calcaire plus ou moins foncé, quelquefois entremêlé de marne. (*Avicula contorta*.) Brèche avec des cailloux bien arrondis. Calcaire clair en partie dolomitique, oolithique.“

Wenn man diese von HORWITZ beschriebene Serie mit der soeben betrachteten Schichtenreihe von Vudallaz vergleicht, so ergibt sich in stratigraphischer und lithologischer Hinsicht eine auffallende Übereinstimmung.

Das oberste Sinémurien (Lotharingien) hat HORWITZ in der Zone I auch nachweisen können, wo es ganz ähnlich ausgebildet ist, wie in Zone II. In seiner oben zitierten Arbeit über die Stratigraphie der Zone Arsajoux — Thoosrain gibt er für das Lotharingien sup. untenstehende Fauna an (Lit. 13, p. 397):

- „*Aegoceras subplanicosta* Oppel.
Aegoceras Lorioli Hug.
Agassiceras cf. *miserabile* Quenstedt.
Ammonites *Berardi* Dumortier.
Arnoceras cf. *ceras* Giebel (Hauer).
Cymbites globosus Schübler.
Echioceras raricostatum Zieten (nombreux exemplaires).
Oxynoticeras Greenoughi Sow. (Hauer).
Oxynoticeras aff. *oxynotum* Quenstedt.
Rhacophyllites (*Phylloceras*) *stella* Sow.
Vermiceras ultraspiratum Fucini.
Vermiceras Oosteri Dumortier.
Avicula sinemuriensis (plusieurs exemplaires).“

HORWITZ schliesst mit der Bemerkung: „D'après cette faune nous sommes sans doute en présence de la zone à *Oxynoticeras oxynotum* (Lias β) du Lotharingien supérieur.“

Hieraus kann man also ableiten, dass die aufgeschlossene Serie an der NE-Kante der Vudallaz die Horizonte der Trias

und fast des ganzen Sinémurien (nach HORWITZ Hettangien, Sinémurien und Lotharingien p. p.) umfasst.

Was die dunklen Kieselkalke des Mittleren Lias anbetrifft, so finden wir diese in der Überschiebungsfalte I meines Gebietes an verschiedenen Stellen im tieferen Teil des SE-Hangs des Vudallaz-Rückens aufgeschlossen. Z. B. an den Felsen oberhalb des „V“ von Vudallaz; am Weg Les Traverses–La Sallaz; am Weg Mairais–Cerniat; im Bach unter Mairais zwischen 1140 und 1150 und überhaupt im ganzen tieferen Teil des Hanges auf der SE-Seite. NW Gros–Moléson findet sich auch an der NW-Seite des Hanges der Mittlere Lias, welcher hier nach NW einfällt. Der Grat bildet also hier ein vollständiges Gewölbe, das doch immer noch überschoben ist; der Mittlere Lias findet sich auch an der SE-Seite der Marivue im Walde unter Charoudadessus und dicht bei dieser Hütte.

HORWITZ unterscheidet im Mittleren Lias (Pliensbachien–Charmouthien) in seiner Zone II von oben nach unten folgende Horizonte (Lit. 14):

- „Domérien: Calcaire compact plus ou moins foncé avec intercalations schisteuses (Ammonites); dans la zone II cet étage est peu représenté.
Pliensbachien: Calcaire foncé, souvent siliceux, dur, très peu fossilifère (Belemnites, rares Ammonites).“

Diese Gesteinsbeschreibung ist auch am Moléson zutreffend. Auch hier besteht der untere Teil des Mittleren Lias aus meist dunklen bis schwarzen kieseligen, äusserst harten Kalken, die öfters stark sandig anwittern. Der obere Teil des Mittleren Lias besteht aus kieseligen, grauen, gut gebankten Kalken mit Schieferzwischenlagern. Dieser Horizont ist auch in der Zone der Vudallaz nur sehr wenig mächtig.

HORWITZ fand in der Zone I (Arsajoux–Thoosrain), die in diesem Horizonte gleich ausgebildet ist, wie die Zone II, (Charmey–Lac-Noir) nach langem Suchen (Lit. 13, p. 397):

- „Aegoceras lataecosta Sow. (Wright).
Arietites (Asteroceras) varians Fucini.
Arietites (Asteroceras) Reynesi Fucini } trouvés
Arietites (Asteroceras) margarita Paronai Fucini } ensemble.
Deroceras instabile Fucini (éboulis).
Phylloceras (Rhacoceras) numismale Quenstedt.“

Er macht zu diesen Funden u. a. folgende Bemerkungen: „Cette dernière espèce et l'Arietites varians Fucini ont été trouvées dans des conditions telles, que je ne doute pas qu'elles appar-

tiennent à un niveau qui n'est pas en tout cas plus ancien que le Lotharingien supérieur. Nous sommes donc probablement en présence du Pliensbachien inférieur (Lias moyen).

Les deux espèces de Fucini, associées, ne peuvent non plus appartenir à un niveau plus ancien.

La présence dans le Pliensbachien inférieur de quelques espèces d'Asteroceras est assez étrange, puisque nous savons que ce genre est surtout répandu dans le Lotharingien inférieur et moyen."

Im Pliensbachien supérieur (Domérien) fand HORWITZ folgende Fossilien (ibid. p. 398):

„Aegoceras (Tropidoceras) Masseanum d'Orb.

Amaltheus margaritatus Montf. (plusieurs exemplaires).

Amaltheus costatus spinatus Quenstedt (plusieurs exemplaires).

Harpoceras (Grammoceras) Normannianum d'Orb., var. inseparabile Fucini (Wright).

Harpoceras nitescens Young et Bird (Wright).

Harpoceras (Hildoceras) Algovianum Oppel.

Lytoceras audax Meneghini (Fucini).

Rhynchonella cf. Paronai Haas.

Spiriferina sp. ind."

Er fügt hier bei: „D'après cette faune nous sommes en présence certaine du Domérien. La séparation en zones n'est pas possible, vu que le faciès est plus ou moins identique et que par ci par là nous trouvons un ou deux fossiles, pas des faunes plus nombreuses."

In meinem Gebiete findet sich in der mehr NW gelagerten Überschiebungsfalte II (im Walde oberhalb l'Essert d'Avaux, direkt nördlich des Collivret) das typische Gestein des Sinémurien anstehend, den Synklinaleil dieses Überschiebungskomplexes bildend; dagegen findet man im Antiklinaleil noch mehr nach NF, an der Bahn bei der Haltestelle Estavannens, nur den Mittlern Lias anstehend; ebenso grenzt im SE-Teil dieser Überschiebungsfalte bei Gros-Mology der Mittlere Lias direkt an Hettangien und Rhät. *Das Sinémurien ist hier nicht mehr vorhanden* oder, wenn es vorhanden ist, nur auf dem SE-Teil der Antiklinale und dann nur sehr wenig mächtig.

Das Obere Sinémurien wird hier gebildet von Echinodermenbreccien, die von sehr viel hellbraungelblichen Partikeln durchsetzt sind. Ob diese Echinodermenbreccien das Alter des Oberen Sinémurien haben, ist allerdings nicht ganz sicher, ich kann mich auf die Analogie mit der Echinodermenbreccie, die sich in der noch weiter NW vorgelagerten Überschiebungsfalte III findet, stützen.

Man findet diese Echinodermenbreccien an verschiedenen Stellen sehr gut aufgeschlossen, z. B. im NE-Teil dieser Zone am Weg Gruyères-le-Laviau. Verlässt man die Ortschaft Gruyères durch das kleine Tor beim Pfarrhaus (in der Nähe von P. 798) und verfolgt zuerst den Weg nach la Gueyras — bei der Höhenlinie 770 m zweigt hier der Fussweg nach le Laviau ab (Abzweigung nicht auf der Karte) — so findet man von E nach W: Pliensbachien als dichten, schwarzen kieseligen Kalk, fallend 10°: N 20° E, und direkt auf der W-Seite der Baumreihe Echinodermenbreccien, fallend 40°: N 20° E; dann am Weg nach le Laviau das Rhät, in Form von Lumachellenkalk, ungefähr 20 m mächtig, anstossend an Dolomit, der 25°: N 15° E einfällt. Hier kann man also das Transgrediren der Echinodermenbreccie direkt beobachten, findet also ähnliches wie in der Zone Arsajoux-Thoosrain von Horwitz. Diese Zone setzt sich weiter nach SE fort im Walde Chésalle, namentlich die Echinodermenbreccie ist hier sehr gut aufgeschlossen, indem man das Rhät in dem Bach, der NE des „n“ in „Morgeron“ hinunterfliesst, sehr schön aufgeschlossen findet.

Da wo diese Zone die Albeuve quert (Höhe 1030 m) findet man das gleiche, aber das Rhät ist hier infolge einer lokalen Störung nur sehr wenig mächtig. Hier fand sich direkt oberhalb der in mächtigen Bänken abgelagerten Echinodermenbreccie im kieseligen Kalke des Pliensbachien:

Aegoceras Valdani d'Orb.

d'Orbigny Pal. Franç. Terr. jur. T. 1, pl. 71, p. 255.

(Quenstedt stellt diesen Ammonit in den Lias γ = Pliensbachien inférieur.)

Im Walde an dem Hange S von Chaux-dessous sind die Aufschlüsse leider nur sehr dürftig; allerdings ist es möglich, über dem Dolomit an mehreren Stellen das Rhät nachzuweisen. Weiter oben findet man über dem Rhät an einzelnen Stellen kleine Dolomitvorkommen, die wohl von einer höher gelagerten Schuppe herrühren. Man könnte einwenden, dieser Dolomit gehöre dem obersten Rhät an, das öfters stark dolomitisch ist, doch ist das Gestein im oberen Rhät nie so rein dolomitisch, wie das hier der Fall ist.

In der Nähe fand sich im Bach, welcher NW von Haut de la Joux hinuntergeht, bei 1375 m, Echinodermenbreccie; nach unten zu hört hier leider das Anstehende auf, so dass man die Anwesenheit des Rhät nicht sicher konstatieren kann. Auch hier stürzt sich der Bach über die mächtigen Bänke der Echinodermenbreccie hinunter, ebenso wie an der zitierten Stelle der Albeuve bei 1030 m die mächtigen Bänke der Echinodermen-

breccie zur Bildung eines Wasserfalles Veranlassung gaben, indem der Nebenbach von Les Reybes über diese Schichten in den Hauptbach hinunterfällt. Nach oben zu grenzt die Echinodermenbreccie, die im Bach NE von La Joux ansteht, an die ebenso flach nach SE einfallenden schiefrigen, sandigen, gut gebankten Kalke des Mittlern Lias. Es fand sich hier (direkt oberhalb der Echinodermenbreccie):

Aegoceras (*Liparoceras*) *Henleyi* Sow.

Sowerby: *Min. Conch.* pag. 116, Taf. 172. (Nach QUENSTEDT (Amm. d. Schwäb. Jura) findet sich dieses Fossil im Lias γ , also im tiefsten Pliensbachien.)

Mit diesem Ammonit sowie mit dem Amm. *Valdani* Sow. kann ich absolut sicher feststellen, dass die Echinodermenbreccie nach oben zu direkt an das unterste Pliensbachien anstößt; dies scheint mir um so wichtiger, als sich eine Ausscheidung der Horizonte sonst nur auf lithologische Analogie mit den Nachbargebieten stützt. Zu einem ähnlichen Vorgehen war ich auch im Sinémurien gezwungen; diese Art der Parallelisierung ist keine unanfechtbar strengwissenschaftliche, umsomehr als man sich immer nur auf die Funde von HORWITZ im NE stützen muss und paläontologische Befunde aus der gleichen Zone im SW gar nicht vorliegen.

Im Bache oberhalb Chaux-dessous, der von Clefs d'en Haut hinunterfließt, findet man bei 1300 m die gleiche Überlagerung. Steil bis senkrecht nach SE einfallender Dolomit, N 45° E streichend, stößt hier an Echinodermenbreccie, die ihrerseits an das tiefste Pliensbachien grenzt. Das Rhät ist ausgequetscht. Auch an dieser Stelle haben die widerstandsfähigen Gesteine der Echinodermenbreccie zur Bildung eines Wasserfalles Anlass gegeben.

Verfolgt man die Antiklinale A III weiter nach SW, so findet man noch einen kleinen Dolomitaufschluss, der direkt an Echinodermenbreccie anstößt: unten im Walde NE von Petit-Plané, wie auf der Karte angegeben. Auch hier ist das Nichtvorkommen von Rhät wohl auf tektonische Ursachen zurückzuführen. Bei Petit-Plané taucht das Mittellias-Gewölbe unter die höheren Schichten unter, um erst wieder im Walde unter Teysachaux-dessus hervorzutreten. Auch hier findet sich das Pliensbachien, und bildet ebenso ein typisches Gewölbe; nirgends finden sich die Gesteine des Sinémurien. An der Fundstelle von Les Pueys, W Petit Mology, findet man an dem auf der Karte nicht angegebenen Holzweg, wie schon beim Rhät beschrieben, Dolomit neben mächtigen Rhätbänken, welche ohne Zwischenlager von Echinodermenbreccie direkt an Pliensbachien anstossen. Das Pliensbachien ist als sandiger,

kieseliger, schwarzer, verhältnismässig stark toniger Kalk entwickelt, dessen Tongehalt erst nach der Verwitterung typisch hervortritt. Die Echinodermenbreccie findet sich hier, wie gesagt, nicht, so dass eine Transgression des Pliensbachien über Rhät stattgefunden haben muss. Ich fand aber im Bache selbst, am Kontakt des Rhät mit dem Pliensbachien, direkt oberhalb der stark dolomitischen Bänke des obersten Rhät, einige Stücke Echinodermenbreccie. Diese Transgressionslücke scheint also nur örtlich zu sein. Der gleiche tonige kieselige Kalk ist auch in der Antiklinale A IV bei „sur le Vilou“ aufgeschlossen, wo er, wie bei Les Pueys, den tieferen Teil des Mittellias darstellt und an Oberes Sinémurien (Lotharingien) anstösst, das seinerseits über den Dolomit transgrediert.

Die Transgression des Oberen Sinémurien (Lotharingien) über den Dolomit findet sich in der ganzen Antiklinale A IV, auch bei Clefs d'en Bas. Allerdings sind hier das Lotharingien und der Mittlere Lias ziemlich schlecht aufgeschlossen, indem die mergeligen Kalke des Oberen Lias und das Bajocien meistens mit der Trias in anormalem Kontakt sind, was natürlich auf tektonische Ursachen zurückzuführen ist.

Viel besser aufgeschlossen findet sich diese Zone in der Fortsetzung der Antiklinale A IV im Walde W la Caudraz, wo der Dolomit wiederum von Echinodermenbreccie überlagert ist, die auch hier in mächtigen Bänken ausgebildet ist.

Zusammenfassend kann man sagen:

In der Überschiebungsfalte I ist die vollständige Serie: Rauhwacke-Dolomit-Rhät-Hettangien-Sinémurien-(Oberes Sinémurien)-Pliensbachien vorhanden.

In der Überschiebungsfalte II sind das Hettangien und das tiefere untere Sinémurien nur noch im NE-Teil sichtbar.

In der Überschiebungsfalte III transgrediert das Obere Sinémurien, stellenweise — bei Les Pueys — sogar das Pliensbachien über das Rhät. In der Überschiebungsfalte IV liegt Oberes Sinémurien direkt auf Dolomit.

Ich fand hier eine neue Bestätigung für die schon 1912–1913 von A. JEANNET ausgesprochene Ansicht; er sagte (Lit. 17, pag. 457):

„Je me représente qu'à l'emplacement actuel, compris entre les vallées du Rhône et de la Jogne (peut-être même jusqu'au voisinage du versant sud du Ganterist d'après Gilliéron) et du Stockhorn existait un bombement; qu'en son point maximum d'élévation, le Lotharingien transgresse sur le Trias, tandis que les étages inférieurs se complètent successivement dans la direction Sud-Ouest.

Cette disposition est certaine dans nos régions, l'est elle aussi à l'extrémité nord et nord-est? Des études de détails sont encore à faire dans cet ordre d'idée.

Il en est de même des environs de Montreux (Mont Cubly).“

HORWITZ (Lit. 15) fand die Bestätigung dieser Annahme in dem von ihm untersuchten Gebiete, also in der NE-Fortsetzung des Moléson; ebenso GAGNEBIN (Lit. 8) im Gebiet zwischen Montreux und dem Moléson. Nur kann ich GAGNEBIN insoweit nicht beistimmen, als er die Liaszone von Le Vilou-Clefs d'en Bas bis an die Saane fortsetzen will. Der Liaszug, der bis an die Saane reicht, ist mehr SE von Les Pueys gelagert, das geht schon aus dem Rhätvorkommen bei Gruyères hervor. Die Liaszone von Le Vilou hört NW von La Caudraz auf.

Noch kurz möchte ich die von HORWITZ aufgefundenen interessanten Leptaenaschichten des Infratoarcien erwähnen. (Herr Dr. HORWITZ war bei einem Besuche, den ich in Lausanne machte, so freundlich, mir seine Fossilien aus diesem Horizont zu zeigen.) Ich konnte diesen Horizont leider nirgends mit Fossilien belegen. Dem Gestein nach zu schliessen findet sich dieser Horizont im Walde Chésalle, NW von Les Champs, in dem auf der topographischen Karte nicht eingezeichneten, in N-Richtung hinuntergehenden Bache aufgeschlossen.

c) *Toarcien*. Mit dem Auftreten des Toarcien ändert sich die Beschaffenheit der Gesteine, indem die stellenweise dichten, immer stark kieseligen Kalke und Schiefer des Pliensbachien, in stark mergelige, dunkelgraue bis schwarze schiefrige Bänke übergehen, die sich leicht in mehr oder weniger dünne Platten spalten lassen.

Ich gelange dazu, im Toarcien von unten nach oben drei Zonen zu unterscheiden:

1. Zone mit *Harpoceras serpentinum*,
2. „ „ *Harpoceras* (*Hildoceras*) *bifrons*,
3. „ „ *Harpoceras* (*Ludwigia*) *dignum*.

In der Synklinale S 1 finden sich die beiden tieferen Zonen, die ich zuerst beschreiben will, nirgends aufgeschlossen, ebenso wenig in der Synklinale S 2.

In der Synklinale S 3 ist das unterste Toarcien oben im Walde Chésalle südlich von Pringy gut aufgeschlossen; es besteht aus dunkelgrauen mergelig-schiefrigen Platten, die in dem Bach, der östlich von Praz-Lieu im Walde hinunterfließt, anstehen.

Höhe der Fundstelle 845 m, Fallen der Schichten 35° S.

Ich fand hier:

Harpoceras falciferum Sow. (Amm.)

Sowerby: Min. conch. pag. 168, Taf. 254, Fig. 2.

Harpoceras complanatum Brug. (Amm.)

d'Orbigny: Pal. franç. Pl. 114, pag. 353.

Dactyloceras commune Sow. (Amm.)

Sowerby: Min. conch. Taf. 107, pag. 159.

Etwas weiter westlich fand ich oberhalb „la“ von „la Tolle-taz“ im Walde:

Dactyloceras aequistriatum Münst. (Amm.)

Zieten: Versteinerungen von Württemberg Tab. 12. Fig. 5.

Sonst fand ich diesen Horizont in der NE-Partie der Synklinale S 3 weiter nirgends aufgeschlossen, wohl ihrer geringen Mächtigkeit wegen (20—40 m).

Am SW-Ende dieser Synklinale stehen noch die Schichten des untersten Toarciens an, in dem kleinen Bach, der nördlich der Hütte Petit Mology in westlicher Richtung die auf der Karte angegebene flache Vertiefung hinunterfließt. Ich fand hier in aussen rostbraunen, innen grauen, stark mergeligen, schiefrigen, plattigen Kalken, die schwach nördlich einfallen:

Harpoceras complanatum Brug. (Amm.)

Dumortier, Dép. Jur. du bassin du Rhône 4. Pl. X.

Harpoceras (*Grammoceras*) *conf. Saemanni* Opp. (Amm.)

Ebenda. Pl. XIV.

In der dem Moléson nordwestlich vorgelagerten Synklinale S 4 fand sich der tiefste Horizont des Toarcien am besten aufgeschlossen in dem kleinen von N. kommenden Bach, der sich in 1300 m Höhe mit dem von der Hütte Le Villard kommenden vereinigt. Es ist dies die Fundstelle, welche in der Literatur unter dem Namen „Teyssachaux“ angeführt ist.

Ich selbst fand hier:

Dactyloceras anguinum Rein. (Argonauta).

Reinecke: Maris protogaei Nautilus et Argonautas. Taf. 12. Fig. 73.

Dactyloceras commune Sow. (Amm.)

Sowerby: Min. conch. Taf. 107, pag. 159.

Das reiche Material dieser Fundstelle findet sich hauptsächlich im Museum in Bern in der Ooster'schen Sammlung, ausserdem findet sich vieles in Lausanne und München, einige Stücke auch in Zürich. All dies Material wurde Ende der sechziger Jahre von dem Berufssammler CARDINAUX aus Châtel St. Denis gesammelt.

FISCHER-OOSTER veröffentlichte (Lit. 4) zuerst eine Liste von hier vorkommenden Fossilien.

Im Jahr 1870 publizierte E. FAVRE eine Liste und 1887 eine noch reichhaltigere zusammen mit SCHARDT.

Im Jahr 1898 erschien HUG's eingehende Arbeit über die verschiedenen Fossilien von Teysachaux und Les Pueys. (Lit. 16.)

Hier folgt die Liste von E. FAVRE (Lit. 2, p. 190):

„Ichthyosaurus. Grand reptile de 230 cm de long, médiocrement conservé, décrit par M. Fischer-Ooster (Protoz. helv. II, p. 73, pl. 13, 14) et déterminé par lui sous le nom de *I. tenuirostris* Conyb.

Poissons. Nombreux débris appartenant aux genres *Dapedius*, *Tetragonolepis*, *Eugnatus*, *Leptolepis* et *Macropoma*; ils paraissent identiques à ceux de Boll.

Eryon Hartmanni H. v. Meyer.

Loliginites Bollensis Ziet. sp.

Belemnites acuarius Schloth.

Belemnites sp., voisine de *B. paxillosus* Schloth.

Nautilus inornatus d'Orb. Echantillon déformé.

Ammonites cornucopiae Young et B.; d'Orb. Jur. p. 316, pl. 99, f. 1—3. Echantillons identiques à ceux du lias supérieur de Balingen et de Boll figurés sous le nom de *A. fimbriatus* par Zieten (Württemb. p. 16, pl. 12, f. 1) et par Quenstedt (Jura p. 256, pl. 36, f. 6).

Ammonites serpentinus Rein. Cette espèce est représentée par une nombreuse série d'échantillons présentant quelques variations dans les sinuosités des côtes et identiques aux types figurés par d'Orbigny (Jur. p. 215, pl. 55) et par Quenstedt (Jura p. 249, pl. 35, f. 5).

Ammonites Thouarsensis d'Orb., Jur. p. 222, pl. 57 (*A. serpentinus* Ziet., Württemb. p. 16, pl. 12, f. 4).

Ammonites subplanatus Opp., Juraform., p. 244 (*A. complanatus* d'Orb., jur. p. 353, pl. 114). Echantillons semblables à ceux de la Verpillière.

Ammonites Desplacei d'Orb., Jur., p. 334, pl. 107. Deux bons échantillons semblables à la figure citée.

Ammonites annulatus Sow., d'Orb., Jur., p. 265, pl. 76, f. 1. 2. Espèce abondante, se distinguant bien de l'*A. communis* Sow. par des côtes plus fines et beaucoup plus rapprochées, dont les unes sont simples et les autres bifurquées.

Ammonites nov. sp., du groupe des *Phylloceras*, voisine de l'*A. heterophyllus* Sow., mais s'en distinguant par des stries droites et toutes égales et par la présence sur le moule de sillons un peu coudés à l'ombilic où ils

sont profonds, droits et dirigés un peu en avant sur le reste de leur parcours où ils deviennent très larges. Ombilic presque nul.

Aptychus lythensis de Buch. Quenstedt Jura, p. 248, pl. 35, f. 5.

Pholadomya sp. (*Ph. decorata* Fisch.-Oost.).

Solemya Voltzi Roem.

Pecten sp. (*P. tumidus* Fisch.-Oost.).

Lima sp.

Pinna sp. (*P. Hartmanni* Fisch.-Oost.).

Inoceramus undulatus Ziet.

Posidonomya Bronni Voltz, Zieten, Württemb. pl. 72 f. 4.“

Der Erhaltungszustand der Fossilien von Teysachaux ist, obwohl sie meistens stark verdrückt sind, insoweit sehr gut, als die Schalen fast immer erhalten sind und ihren Perlmutterglanz zeigen.

Wie man sieht, kommen in der zitierten Liste der *Amm. bifrons* Brug. und auch der *Amm. concavus* Sow. nicht vor, die in der Liste von 1887 (FAVRE und SCHARDT) angegeben werden. Der *Amm. concavus* Sow. kann unmöglich von dieser Fundstelle herrühren; es liegt wohl eine Verwechslung vor.

Was den *Harpoceras bifrons* Brug. anbetrifft, so findet man in der Veveyse in 1140 m Höhe direkt unter dem grossen Wasserfall mergelige hellbläuliche Kalke, gut gebankt, in Bänken von 10—20 cm mit Mergelzwischenlagen, welche massenhaft *Fucoi-*den enthalten.

Ich fand hier:

Harpoceras (*Hildoceras*) *bifrons* Brug. (*Amm.*).

Dumortier: Dép. jur., 4^{me} partie, pl. IX, fig. 1, 2.

Harpoceras (*Hildoceras*) *Levisoni* Simp. (*Amm.*), ebenda fig. 3, 4.

Dieser Horizont ist hier nur auf einige Meter aufgeschlossen und stösst gegen E an dunkle schiefrige Kalkbänke, die denjenigen von Teysachaux gleichzustellen sind. Gegen W wird das Anstehende von Moränen bedeckt. Da man sich auf der E-Seite der Synklinale S 1 befindet, die der Molésonsynklinale vorgelagert ist, so stellt also dieser schiefrige Kalk hier, gegenüber den hellen mergeligen Kalken, stratigraphisch das Tiefere dar. Er grenzt dann auch direkt an den höheren Teil des einen Wasserfall bildenden Untern Lias. Ich fand in diesem schiefrigen Kalke:

Lytoceras cornucopiae Young et Bird.

Hug: Lias und Dogger *Amm.*, Abhdl. Pal. Ges. Vol. XXV, 1898, Taf. II, Fig. 2.

Dactyloceras commune Sow. (Amm.)

Dumortier: Dép. jur. 4^{me} partie, pl. XXVI, fig. 1 und 2.

Da hier ein ausgesprochener petrographischer Unterschied vorliegt, und ich in den hellen mergeligen Kalken nur Hildoceraten fand, glaube ich, dass hier wie in Schwaben, England usw. (QUENSTEDT, ENGEL, WRIGHT usw.) der Horizont der Hildoceraten (Grenzschichten in Schwaben) den höheren Teil des Toarcien darstellt, während die dunklen Schiefer den tieferen Teil, also den Horizont des *Harp. serpentinum* umfassen.

HAUG stellt allerdings in seiner Tabelle (Lit. 11, p. 954) den *Hildoceras bifrons* Brug. und *Hildoceras Levisoni* Simp. ins unterste Toarcien, indem er die Zone mit *Dactyloceras commune* als Mittleres Toarcien auffasst.

Aber bei der Beschreibung der Fauna der Umgebung von Digne (Lit. 10, p. 39), welche auch in höheren Horizonten eine grosse Ähnlichkeit mit derjenigen des Moléson aufweist, trennt auch er den Horizont des *Hildoceras bifrons* von demjenigen des *Harpoceras serpentinum*; er unterscheidet hier von unten nach oben:

- „1. Zone à *Harpoceras serpentinum*.
2. „ „ *Harpoceras bifrons* (niveau principal).
3. „ „ *Harpoceras striatulum* et *Lytoceras jurense*.
4. „ „ *Harpoceras opalinum*.

Der höhere Horizont (Hildoceratenhorizont) geht bei Tey-sachaux im Seitenbach bedeutend höher hinauf (1360 m), desgleichen im Bach unter Le Villard selbst, am linken Bachufer, etwas oberhalb der Stelle, wo die beiden Bäche zusammenkommen.

HUG gibt am Ende seiner Arbeit (Lit. 16) einige Schlussbemerkungen, die das Vorkommen der Tey-sachaux-Formen in den wichtigsten Gegenden betrifft; er vergleicht die Tey-sachauxfauna mit derjenigen von England (WRIGHT), Dörnten (DENCKMANN), Württemberg (QUENSTEDT), Franken (VON AMMON), Bassin du Rhône (DUMORTIER) und Italien (MENIGHENI). Seine wichtigsten Schlüsse seien hier kurz wiedergegeben:

Es fand sich nur eine *Phylloceras*-Art, der *Phylloceras Pompeckji* Hug, welche Art dem *Phylloceras supraliasicum* Pomp. sehr ähnlich ist. Dieser letztere Ammonit ist nur aus Schwaben bekannt, woraus HUG schliesst, dass auch *Phylloceras Pompeckji* eine typisch mitteleuropäische Form sei.

Von der Gattung *Lytoceras* fand sich nur die mitteleuropäische Form *Lytoceras cornucopiae* Young et Bird.

Die Harpoceraten im engern Sinne scheinen in alpinen Gegenden nicht vorzukommen; vielleicht nur der *Harpoceras Lythense*.

Die Hildoceraten sind zur Hälfte (*Hildoceras Kisslingi* und *Boldei*) nördliche Formen, während *Hildoceras Levisoni* und *bifrons* sich sowohl in mitteleuropäischen als in alpinen Gegenden finden. Ebenso kommen die Coeloceraten im N und im S vor.

Zusammenfassend sagt HUG, dass von den 16 Arten, die hier in Betracht kommen, 8 (vielleicht 9) nur mitteleuropäisch sind, d. h. also mindestens 50%; die verbleibenden 7 Formen finden sich sowohl in nördlichen als in alpinen Gegenden.

HUG kommt denn auch zu der Schlussfolgerung, dass die Ammonitenfauna von Les Pueys und Teysachaux ausgesprochen mitteleuropäisch ist. Zum Schlusse weist er noch auf die grosse Ähnlichkeit mit dem Posidonienschiefer Württembergs hin.

Die von HUG angegebene Fundstelle Les Pueys konnte ich nirgends finden; wahrscheinlich ist sie verschüttet; auch ist es nicht unmöglich, dass Cardinaux, der ein ebenso guter Geschäftsmann als Sammler gewesen sein soll, aus einer Fundstelle zwei gemacht hat. In den Bächen bei Les Pueys ist das untere Toarcien meines Wissens nicht aufgeschlossen.

Das obere Toarcien wird gebildet von grauen mergeligen Kalken in Bänken von 10–40 cm. Das Gestein hat stellenweise flachen, stellenweise auch sehr unregelmässigen Bruch; hie und da ist das Gestein etwas sandig und enthält dann oft Spuren von Glimmer.

Dieser Horizont geht unmerklich über in das Untere Bajocien, sodass eine scharfe Bestimmung der Grenze zwischen Lias und Dogger, da wo man keine Fossilien findet, öfters unmöglich ist. In dieser Hinsicht wäre es vielleicht natürlicher und praktischer, diese Grenze so zu ziehen, wie es die meisten französischen Stratiographen tun, nämlich oberhalb des Horizonts von *Ludwigia concava*, weil dort das Gestein plötzlich stark hervortretende Veränderungen aufweist. Herr Prof. Schardt meint aber, an der Grenze zwischen dem Horizont von *Lytoceras jurense* und *Lioceras opalinum* festhalten zu müssen.

Es ist aus angeführtem Grunde notwendig, bei der stratigraphischen Beschreibung den Horizont des *Lytoceras jurense* zusammen mit dem Untern Bajocien zu besprechen. Es steht dem Leser frei, an Hand der zitierten Petrefakten die betreffende Stelle zum Lias oder zum Dogger zu schlagen; speziell wo man Fossilien aus dem obersten Lias und dem untersten Bajocien zusammen findet, ist dies eine mehr oder weniger persönliche Auffassung.

4. DOGGER.

a) *Bajocien*. Das Bajocien lässt sich in eine obere und eine untere Gruppe einteilen:

Unteres Bajocien (Aalénien) umfassend die Horizonte
des *Lioceras opalinum*,
der *Ludwigia Murchisonae*,
der *Ludwigia concava*.

Oberes Bajocien (Lédonien) umfassend die Horizonte
der *Sonninia Sowerbyi*,
des *Sphaeroceras Sauzei*,
der *Sonninia Romani*,
des *Cosmoceras subfurcatum*.

α) Unteres Bajocien (Aalénien). Das Untere Bajocien, das wie gesagt, nach unten in den obersten Lias übergeht, wurde wie dieser in der Tiefsee abgelagert: das Gestein ist das gleiche. Sein Bruch, meistens sehr uneben, ist hie und da, wo die Kalke als sogenannte Fleckenmergel ausgebildet sind, viel flacher, das Gestein ist dann gewöhnlich hellgrau und rein mergeligkalkig; auf dem frischen Bruch sind die Flecken gut sichtbar. Man findet diese Fleckenmergel speziell im Horizont des *Lioceras opalinum*.

Fossilien aus dem Aalénien fanden sich in der Synklinale S1 in der Marivue, Höhe 1035 m, unterhalb Cerniat:

Ludwigia digna Buckm. (Camavarina).

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Series, suppl. (Text), p. cxlii, fig. 129.

= (Amm. Aalensis, Zieten).

Dumortier: Dép. jur., 4^{me} partie, pl. L., fig. 3.

BUCKMAN und DUMORTIER stellen *Ludwigia digna* Buckm. in den Horizont des *Lioceras opalinum*; ROLLIER (Lit. 22) nimmt aber *Ludwigia digna* Buckm. an die obere Grenze des Toarcien zusammen mit *Hammatoceras insigne*. Wie dies auch sei, jedenfalls steht dieser Ammonit an der Grenze des Lias und Dogger.

FAVRE und SCHARDT (Lit. 3) zitieren aus dem Bajocien von Marivue noch Amm. Aalensis Zieten und Amm. Murchisonae Sow.

Nordöstlich davon fand ich in der gleichen Synklinale auf der linken Bachseite des Afflon in Höhe 1117 m

Ludwigia Aalensis Ziet. (Amm.).

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., pl. XXXII, fig. 9.

Wie im tektonischen Teil näher beschrieben, sinkt das Unterliasgewölbe, das den Antiklinalteil der Überschiebungsfalte I bildet, nach SW ab, sodass das Aalénien sich über dem Gewölbe schliesst.

Es fanden sich hier in stark tonig-mergeligen Kalken, die ungefähr 60° SE einfallen, in dem Bach SE der Hütte Creux (an der Südgrenze der Karte) in Höhe 1410 bis 1420 m:

Phylloceras tatricum Pusch.

Zittel: Jahrbuch K. K. Geol. Reichsanstalt, Bd. 19, 1869, Taf. 1, Fig. 1—3.

Amm. Goodhalli Sow.

Sowerby: Min. Conch. Tab. 255, vol. 3, p. 100.

Ludwigia digna Buckm. (Canavarina).

Dumortier: Dép. jur. 4^{me} partie, pl. L, fig. 3. (Von Dumortier fälschlicherweise *Ludwigia Aalense* Ziet. benannt).

Ludwigia subcornuta Buckm. (Apedogyria).

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., suppl. pl. XIV, fig. 13.

Hammatoceras compressum Buckm. (Haugia).

Ebenda. Suppl. pl. II, fig. 8.

Die hier angegebenen Fossilien stammen alle aus dem Aalénien, ausgenommen der *Hammatoceras compressum* Buckm., welchen dieser in den *Variabilis*-Horizont stellt, d. h. direkt über den *Dactyloceras commune*, also ins Toarcien; jedenfalls liegt auch hier wieder ein typischer Grenzhorizont zwischen Lias und Dogger vor.

In der Synklinalzone der Überschiebungsfalte 2 fand ich nirgends Fossilien aus dem untersten Bajocien, meistens ist nur das Bathonien hier anstehend zu finden, indem dieses fast immer auf das Bajocien überschoben ist. So findet man z. B. in der Rinne, welche oberhalb des „G“ von Gobalet parallel dem Unter-Liasrücken ansteht, schon Bathonien-Fossilien; auch das Gestein hat den Habitus des untersten Bathonien.

In der weiter NW liegenden Synklinale S 3 (Synklinale des Moléson) fand sich am nordöstlichsten Aufschluss, am W-Ufer der Saane, bei dem „Pont-qui-branle“, eine gut abgedeckte Schichtenreihe.

Man hat hier einen hohen Anriss hellgrauer, mergeliger, etwas sandiger Kalke, in Bänken von 20—30 cm, mit nur wenig zwischenlagerndem Mergelschiefer.

Auf den Schichtflächen finden sich in ausserordentlich grosser Zahl die Eindrücke von *Zoophycos scoparius*. Andere Fossilien sind sehr selten, ich sammelte nur:

Parkinsonia (*Tmetoceras*) *scissa* Benecke (Amm.)

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser. pl. XLVIII, fig. 8—10.

Dieses Fossil findet sich im Braunen Jura β ; es handelt sich also hier um den Horizont der *Ludwigia Murchisonae*.

Der Aufschluss liegt an einer stark nach N abgedrehten Stelle der Synklinale; ich werde darauf im tektonischen Teil zurückkommen.

Zwischen den beiden Bahntunneln oberhalb dem künstlichen Bachbett bei l'Auge d'Aveux befindet sich ein guter Aufschluss des hellgrauen flachbrüchigen Fleckenmergels mit:

Lioceras opalinum Rein. (Amm.)

Dumortier: Dép. jur., 4^{me} partie, pl. XLIX, fig. 14—15.

Ludwigia comata Buckm. (Pleydellia).

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., suppl. pl. X, fig. 11. *Am. costulus* Rein.

Dumortier: Dép. jur., 4^{me} partie, pl. LI, fig. 1 und 2.

Weiter SW an der SE-Grenze dieser Synklinale, bei Collivret, 1045 m, hat man in grauem, dichtem, mergelig-sandigem Kalk wiederum:

Ludwigia digna Buckm.

Posidonomya Bronni Voltz.

Diese Stelle ist im tektonischen Teil, p. 428, näher beschrieben. Sie liegt im Bach direkt bei der Hütte Essert d'Amont.

Da wo die W-flanke der Synklinale die Albeuve quert, fand ich direkt oberhalb der Stelle, wo der Bach Déroutze in die Albeuve einmündet:

Dumortieria falcofila sparsicosta Quenstedt.

Quenstedt: Amm. Tab. 54, Fig. 35, Lias ζ .

Dumortieria sp. ind.

Ludwigia Aalensis Ziet. (Amm.)

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., pl. XXXII, fig. 9.

Aus den Grenzhorizonten des Lias und Dogger sammelte ich in der gleichen Synklinale, in den stark geschuppten Kalken E von P. 1536, bei Plan Francey noch:

Ludwigia digna Buckm.

Lioceras opalinum Rein.

Tmetoceras (*Pakinsonia*) *scissum* Benecke.

Lioceras Thompsoni Buckm.

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., Suppl., pl. XVII, fig. 13—16.

Diese Fossilien fanden sich alle ungefähr in 1500 m Höhe, doch nicht direkt beieinander, was, im Hinblick auf die tektonischen Störungen, das Zusammenvorkommen von Formen aus verschiedenen Horizonten erklärt.

An der W-Seite des Moléson fand ich im Aalénien-Aufschluss zwischen Petit- und Gros-Plané:

Lioceras delicatum Buckm. (Walkeria).

Buckman: *Amm. Inf. Ool. Ser.*, Suppl. p. cxi, fig. 122 im Text.

In dem Bach unter Petit-Plané in Höhe 1425 m:

Lytoceras Trautscholdi Opp. (Amm.) zwei Exemplare.

Dumortier: *Dép. jur.*, 4^{me} partie, pl. XXXII, fig. 1—4.

Geht man von Gros-Plané der Wallmoräne, worauf die Hütte gebaut ist, nach, so sieht man in Höhe 1510 m rechts von dem Weg, da wo die ersten kleinen Tannen stehen, einen schwarzen, stark tonigen Kalk mit typischen rostbraunen Knollen anstehen. Er macht einen stark gestörten Eindruck. Es finden sich darin massenhaft kleine *Posidonomyen*, deren weisse Schalen meistens noch gut erhalten sind. Neben den *Posidonomyen* liegen:

Lytoceras rasile Vacek.

Vacek: *Oolithe Cap San Vigilio*. Abhdl. der K. K. Geol. R. A. Wien, Bd. XII, Taf. III. Fig. 6.

Lioceras opaliniforme Buckm. (*Cypholioceras*).

Buckman: *Amm. of the Inf. Ool. Ser.*, suppl. pl. X, fig. 1—4.

Es handelt sich hier also um das unterste Aalénien, somit wiederum um Grenzsichten zwischen Lias und Dogger.

In der der Moléson-Synklinale weiter NE vorgelagerten Synklinale S 4 fanden sich im Aalénien wiederum ungefähr die gleichen Spezies, die ich aus den vorhergehenden Synklinalen angeführt habe. Obwohl die Fossilien im unteren Bajocien nicht fehlen, so kann man doch sagen, dass die Zahl der Arten eine sehr beschränkte ist. In der Albeuve trifft man in dieser Synklinale (in 890 m Höhe) am rechten Bachufer auf:

Tmetoceras (*Parkinsonia*) *scissum* Ben.

der sich auch am Pont-qui-branle an der Saane fand. Der ganze Aufschluss, sowohl das Gestein, wie die massenhaft vorkommenden *Fucoiden* beweisen, dass man hier wie dort genau den gleichen Horizont vor sich hat.

Dann findet sich, etwas weiter, in Höhe 920 m auf dem linken Bachufer:

Lioceras deletum Buckm. (*Pseudographoceras*).

Buckman: *Amm. of the Inf. Ool. Ser.*, suppl. Pl. 11, fig. 22—24.

Ludwigia Aalensis Ziet. (Amm.)

Zieten: *Versteinerungen v. Württemb.* Taf. XXVIII, Fig. 3.

Grammoceras fallaciosum Bayle.

Bayle: Explic. de la carte géol. de la France. Tome 4, pl. LXXVIII, fig. 1—2.

Phylloceras tatricum Pusch. (Amm.)

Dumortier: Dép. jur., 4^{me} partie, pl. LVII, fig. 5—6.

Weiter fand sich in dieser Synklinale in der Rinne zwischen Clefs-dessus und Clefs-d'en Bas in Höhe 1310 m in dunklen mergeligen Kalken, die verhältnismässig viel Glimmer enthalten:

Ludwigia digna Buckm.

Ludwigia Aalensis Ziet.

Die *Ludwigia digna* Buckm. kommt auch im Bach unter Le Villard vor. (N. B. Die Hütte Le Villard befindet sich jetzt zwischen den Buchstaben „a“ und „r“ des Wortes „Villard“; wo sie auf der Karte angegeben ist, stehen nur noch einige Mauerreste: bei 1365 m).

Weiter nach unten zu finden sich in diesem Bache nirgends Fossilien, bis 30 m oberhalb dem Zusammenfluss mit dem nördlichen Nebenbach (Teysachaux-Fundstelle). Wahrscheinlich liegt auf Höhe 1350 m in diesem Bach der Kern der Synklinale S 4.

Schliesslich kommt *Ludwigia digna* Buckm. auch in dem nördlichsten der südlich von Teysachaux hinuntergehenden Bäche in 1240 m Höhe vor.

In dem Bache, der nördlich von Petit Mology in westlicher Richtung abfließt, an dem auch die Rhät-Fundstelle von Les Pueys liegt, fanden sich in Höhe 1260 m einige Fossilien aus dem Horizont des *Lytoceras jurense*:

Grammoceras radians Rein. (Nautilus).

Reinecke: Nautilus et Argonautas. Taf. IV, Fig. 39.

Grammoceras fallaciosum Bayle.

Benecke: Abhdl. d. Geol. Ges. Spez.-Karte von Elsass-Lothringen, N. F. Heft I, 1898, Taf. VII, Fig. 1—2.

Grammoceras pseudoradiosum Branco.

Ebenda. N. F. Heft VI, 1905, Taf. XLI, Fig. 3.

Das Gestein ist mergelig, gut gebankt in Bänken von 20 bis 40 cm, es bricht sehr uneben und ist etwas sandig.

Die bis jetzt aus dem Aalénien zitierten Fossilien stammen alle aus dem tieferen und mittleren Teil, also den Horizonten des *Lioceras opalinum* und der *Ludwigia Murchisonae*.

Den höheren Horizont, den der *Ludwigia concava* konnte ich nur an einer Stelle einwandfrei feststellen, in der eben besprochenen Synklinale S 4, direkt hinter der Hütte Areynaz, am Weg Pringy-Clefs d'en Bas, zwischen 1000 und 1030 m. Wenn ich diesen Horizont erst jetzt erwähne, so geschieht

dies, weil ich hieran meine Besprechung des oberen Bajocien anknüpfen möchte.

Der Concava-Horizont besteht aus mergeligem, etwas sandigem Kalk, dessen Bänke leicht in dünne brüchige Platten mit rauher Oberfläche zerfallen; der plattige Charakter des Gesteins ist sehr typisch. Der Horizont ist am Wege gut abgeschlossen. Ich fand hier:

Ludwigia concava Sow. (Amm.)

Buckman: Amm. of the Inf. Ool. Ser., pl. II, fig. 6—7.

Ludwigia rudis Buckm.

Ebenda. Pl. XV, fig. 11—13.

Dorsetensia sp.

Lytoceras pygmaeum d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç., pl. 129, fig. 12—13.

Posidonomya sp.

β) *Oberes Bajocien (Lédonien)*. Wenig über der Grenze des vorigen Horizontes mit den höher gelegenen Schichten, ungefähr in Höhe 1000 m (gerade hinter der Hütte Areynaz), fand ich:

Sphaeroceras Brocchi Sow.

Quenstedt: Amm. d. Schwäb. Jura. Bd. II, Taf. 64,

Fig. 9 (abgebildet als Amm. *Gervillii* Grand.)

und unweit davon:

Sphaeroceras Sauzei d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç., pl. 139.

Da, wo ich den *Sphaeroceras Brocchi* fand, treten zum erstenmal, zwischen den mergeligen Kalken dichte kieselige Kalke auf. Sie sind aussen braunrot, innen dunkelgrau und deswegen besonders bemerkenswert, weil man sie in dem oben beschriebenen Horizont von *Ludwigia concava* und weiter nach unten im Bajocien nirgends findet. Aus diesem Grunde wiederum hätte ich die Grenze Lias-Dogger lieber hier angenommen, da man dann auch da, wo Fossilien fehlen, eine für das Kartieren bequeme Grenze gehabt hätte.

Weitere Fossilien aus dem Oberen Bajocien, also aus den Horizonten von:

Sonninia Sowerbyi

Sphaeroceras Sauzei

Sonninia Romani

Cosmoceras subfurcatum

fand ich u. a. im Bachbett der Albeuve (in der Synklinale des Moléson):

Stephanoceras Humphresianum Sow.

Sowerby: Min. Conch., Taf. 500, Fig. 1, 2, 3, p. 320.

Auch hier beobachtet man die oben beschriebenen dichten schwarzen kieseligen Bänke; die zwischengelagerten mergeligen Kalkbänke sind hellgrau und meistens fleckig.

Aus dem allerobersten Bajocien, also dem Horizont von *Cosmoceras subfurcatum* fand ich eine kleine Fauna da, wo die beiden südlich und nördlich der Hütte von Moléson à Baron vorbeifliessenden Bäche sich vereinigen. Hier besteht das Gestein zwischen den kieseligen Bänken aus einem stark tonigen sehr brüchigen hellen Mergel. Ich fand hier:

Cosmoceras subfurcatum (Schloth.) Ziet. (Amm.)

Zieten: Versteing. v. Württemb., p. 10, Taf. 7, Fig. 6.

Phylloceras flabellatum Neumayr.

Neumayr: Jurastudien 1870, S. 323, Taf. XV, Fig. 5 und Taf. XVI, Fig. 4—6.

Phylloceras conf. heterophyllum (Opp.) Neumayr.

Phylloceras viator d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. jur., pl. 172, fig. 1—2.

Parkinsonia (*Spiroceras*) *bifurcata* Quenst.

Lytoceras pygmaeum d'Orb. (Amm.)

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. jur., pl. 129, fig. 12—13.

Perisphinctes spec. ind.

Der *Cosmoceras subfurcatum* beweist zweifelsohne, dass es sich hier um den obersten Horizont des Bajocien handelt, leider findet sich auch hier keine durchgehende Schichtenreihe bis zur obersten Grenze vor, so dass der Übergang zum Bathonien wiederum nicht nachzuweisen ist.

In den Synklinalen S 1 und S 2 ist das obere Bajocien nirgends aufgeschlossen; es wäre allerdings möglich, dass ein Teil der Ablagerungen zwischen la Vy des Pounnes und P. 1283 (Synklinale S 3) sowie NE von Creux (Synklinale S 2) nicht Bathonien, sondern Bajocien ist. Fossilien fand ich hier nicht (ausgenommen bei Creux: *Posidonomya alpina*); doch glaube ich speziell in der Nähe von Creux dem Gesteine nach eher auf Bathonien schliessen zu müssen.

In der Synklinale S 1 ist das jüngste Bathonien nirgends vorhanden. Das unterste Bathonien ist direkt auf Aalénien überschoben worden.

b) *Bathonien*. Das Tiefmeer des Bajocien setzte sich im Anfang der Bathonienzeit unverändert fort, das beweisen die untersten Bathonienschichten, welche im Bachbett der Marivue, Höhe 1010 m, ausserordentlich schön aufgeschlossen sind. Wie im tektonischen Teil näher beschrieben wird, bilden die Callovien-, Bathonien- und Bajocien-Ablagerungen hier mächtige Schuppen. Steigt man oberhalb Chapelle de l'Evi im Bachbett der Marivue

an, so findet man bei ungefähr 970 m die Grenze Callovien–Bathonien; von hier aufwärts schneidet sich der Bach viel tiefer in das Gestein ein, bis ungefähr 990 m, wo die Moräne bis ins Bachbett hinunterreicht. An dieser Stelle kann man den Weg Charbonnières–Cergniaules ungefähr 30 m bevor dieser aus dem Walde hervortritt, verlassen, und leicht durch den Wald und über den Moränenschutt in das Bachbett hinuntersteigen; das ist insoweit wichtig, als ein Ansteigen im Bachbett selbst bei Hochwasser noch möglich ist. Bei 1000 m fängt der Bach an, sich von neuem in das Anstehende einzugraben. Bei 1010 m befindet sich dann auf der rechten Bachseite das unterste Bathonien. Das Gestein ist sehr gut geschichtet in Bänken von 10 bis 20 cm; es besteht aus einem grauen, stellenweise braun-grauen Kalk, an vielen Stellen mit dunklen bis blauschwarzen Flecken, die sich vom umgebenden Gestein scharf abheben und sich hiedurch leicht von den Flecken des sogenannten Fleckenmergel unterscheiden lassen. Fossilien finden sich hier massenhaft, in der Hauptsache *Lytoceras tripartitum*. Öfters sind sie eigenartig hellgrün gefleckt. Ich fand an der Fundstelle auf der rechten Bachseite:

Lytoceras tripartitum Rasp. = *Amm. polystoma* Qu.

d'Orbigny: Pal. franç., pl. 197, fig. 1—4.

Quenstedt: Ceph., Taf. 20, Fig. 8 a—8 b.

Lytoceras conf. *Adeloides* Kud. (*Amm.*).

Kudernatsch: *Amm. v. Swinitza*. Abhdl. der K. K.

Geol. R. A. Wien, Bd. I, Taf. 2, Fig. 14—16.

Morphoceras polymorphum d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. jur., pl. 124.

= *Parkinsonia inflata* Qu.

Quenstedt: *Amm.* Taf. 73, fig. 20.

Phylloceras Kudernatschi Hauer.

Popovici Hatzeg: Les Céphalopodes du Jurassique moyen du Mont Strunga. (Mém. de la Soc. Géol. de France, Tome XIII.) Pl. IX, fig. 3.

Phylloceras Demidoffi Rousseau = *Phylloceras disputabile* Zitt.

Rousseau: Descr. des principaux fossiles de Crimée; Demidoff: Voyage en Russie méridionale. 1842. Pl. 1, fig. 4, p. 782—783 et 748.

Phylloceras Riazi de Lor.

de Loriol: Etudes sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur. Mém. Soc. Pal. Suisse Vol. XXVII, pl. I, fig. 3—3 a. *Phylloceras Hatzegi* Loczy ist wahrscheinlich eine ältere Form dieser Spezies.

Phylloceras transiens Pomp.

Pompecky: Rev. der Amm. des Schwäb. Jura. Taf. I, Fig. 7, bis 7 a. Württemb. Jahreshefte. 1893.

Perisphinctes (*Procerites*) sp. ind.

zu vergleichen mit *Amm. arbustigerus* d'Orb. Mein Exemplar ist an der Innenseite etwas knotig und aussen runder.

Perisphinctes Martiusii d'Orb. (*Amm.*)

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. jur. Pl. 125.

Perisphinctes conf. *eurhythychus* Neum.

Perisphinctes conf. *pseudo-frequens* Siem.

Siemiradski: Palaeontographica Bd. XLV, Taf. XXI, fig. 12. (Diese Form ist fast nicht von *Perisphinctes funatus* Opp. zu unterscheiden.)

Coeloceras spec. ind.; mit feinen Rippen, zu vergleichen mit *Amm. coronatus oolithicus* Qu.

Quenstedt: *Amm.* Tab. 67, Fig. 9.

Terebratula cf. *ventricosa* Ziet.

Zieten: Verstg. Württemb. p. 53, Tab. XL, Fig. 2 a, b, c. Mein Exemplar ist wahrscheinlich ein junges Exemplar dieser Form.

Was den Horizont des *Morphoceras polymorphum* anbetrifft, sagt R. DOUVILLÉ: (Bull. de la Soc. Géol. de France 3ème série, tome 8) in der Beschreibung des im gleichen Horizont vorkommenden *Amm. pseudo-anceps*: „La faune de cette couche est principalement caractérisée par la grande abondance de l'*Amm. Garantianus*, associée à l'*Amm. subradiatus* et à l'*Amm. polymorphus*, elle est intermédiaire entre la faune de l'oolithe ferrugineuse de Bayeux et celle du calcaire marneux de Pont-en-Bessin et paraît correspondre à l'oolithe blanche de Calvados dans laquelle on trouve déjà l'*Amm. polymorphus*.“

Hieraus ergibt sich, dass *Morphoceras polymorphum* d'Orb. eine typische Form aus der Grenzschrift zwischen Bajocien und Bathonien ist.

Ausser im Bachbett der Marivue fanden sich noch einige Fragmente dieser typischen Kalke in der Bajocien-Bathonien-Zone zwischen Pétère und La Sallaz (Synklinale S 2) eingeklemmt.

Ich sammelte hier:

Lytoceras tripartitum Rasp.

Phylloceras cf. *Gardanum* Vacek.

Vacek: Oolithe Cap. San Vigilio. Abhdlg. d. K. K. Geol. R. A. Wien, Bd. XII, Taf. VI, Fig. 1, 2, 3.

Ebenso in der Fortsetzung der gleichen Synklinale nach SW in der Rinne oberhalb des „G“ von Gobalet:

Lytoceras tripartitum Rasp.

Parkinsonia ferruginea (Opp.).

Obwohl mehrere der oben genannten Fossilien auch im Bajocien vorkommen, so glaube ich doch, diesen Horizont zum Bathonien stellen zu müssen.

Als wichtigsten Grund möchte ich anführen das plötzliche massenhafte Auftreten des *Lytoceras tripartitum* Rasp.

Die älteren Autoren glaubten nachweisen zu können, dass diese Art auch im Bajocien verbreitet sei. Ernest FAVRE (Lit. 2) war auch dieser Meinung. Er fand in einer Schicht bei „Grand Teysachaux au pied du Moléson“: Amm. *Humphresianus*, subobtus, tripartitus, Puschi et cf. viator. Höchst wahrscheinlich handelt es sich hier um das Bathonien bei der Hütte Teysachaux-dessus und ist die Bestimmung des Amm. *Humphriesianum* unrichtig. Lory (Lit. 20) gibt an, dass bei Chaudon bei Digne ein *Stephanoceras* aus der Gruppe des *Humphriesi* in den Schichten des *Lytoceras tripartitum* vorkomme. Vielleicht handelt es sich hier wieder um eine ähnliche Form. FAVRE zitiert noch einige andere Autoren, die der gleichen Meinung waren, u. a. PICTET, der am Stockhorn Amm. *Parkinsoni*, *Puschi*, *Humphresiani* und *tripartitus* zusammen fand. Es liegt hier wohl Bajocien vor, da die letztgenannte Art nicht Amm. *tripartitus* d'Orb, sondern Amm. *pygmaeus* d'Orb ist. Ebenso verhält es sich mit dem von FAVRE zitierten Fund von BRUNNER und das gleiche wird wohl bei FAVRE's Angaben von St. Gingolphe der Fall sein.

Ich glaube die von FAVRE und andern aufgestellten Behauptungen um so eher anzweifeln zu können, als nirgends von ihnen ein Fossil aus der Gruppe des *Lytoceras pygmaeus* d'Orb aus dem Bajocien erwähnt wird, trotzdem man diese Form von der Zone der *Ludwigia concava* an bis ins Bathonien hinauf findet. Da diese Art durchaus nicht selten ist, kann man wohl sicher annehmen, dass eine Verwechslung stattgefunden hat. Die moderneren Autoren stellen denn auch den *Lytoceras tripartitum* fast ausschliesslich ins Bathonien, z. B. HAUG in seiner schon früher erwähnten Abhandlung (Gap et Digne), indem er von Dourbe-Clape und Chaudon in der Umgegend von Digne folgende Arten anführt (Lit. 10, p. 79):

„*Phylloceras disputabile* Zitt.

„ *Kudernatschi* Hau.

„ *Kunthi* Neum.

„ *subobtusum*. Kud.

- Lytoceras Adeloides Kud.
 „ tripartitum. Rasp.
 Haploceras psilodiscum Schlönb.
 Oppelia fusca Quenst.
 Oppelia Truellei d'Orb.
 Coeloceras (Oecotraustes) subfuscum Waag.
 Coeloceras cf. rectelobatum Hau.
 Parkinsonia Parkinsoni Sow.
 „ neuffensis Opp.
 Perisphinctes Martiusi d'Orb.
 „ procerus Schloenb.
 „ quercinus Terq.
 „ cf. arbustigerus d'Orb.
 „ n. sp.
 „ zigzag d'Orb.
 Morphoceras polymorphum d'Orb.
 „ sulcatum Hell.“

Wie man sieht, hat diese Fauna sehr viele Arten mit den oben von mir angegebenen gemein; dazu beweist das Vorkommen der *Oppelia fusca* mit absoluter Sicherheit das Bathonien-Alter.

P. LORY (Lit. 20) gibt aus dem Bathonien zwischen Grenoble und Gap an:

- „Phylloceras viator d'Orb sp.
 „ subobtusum Kud.
 „ sp., groupe de heterophyllum (peut-être Kunthi Neum.).
 „ sp., groupe de méditerranéum Neum.
 Lytoceras tripartitum Rasp.
 Oppelia sp. ind.
 Stephanoceras sp. groupe de Humphriesi, forme des couches à Lytoceras tripartitum de Chaudon.
 Parkinsonia ferruginea Opp.
 „ neuffensis Opp., variété à côtes plus serrées que dans le type, un ex. à la base.

Patoceras sp.

Posidonomya alpina Gras.“

LORY bezeichnet die Zone dieser Fossilien als Zone à *Oppelia fusca* et *Lytoceras tripartitum*. Weiter sagt er noch: „Le cachet bathonien de cette faunule n'a pas toute la netteté désirable. Les espèces tout à fait caractéristiques font défaut, si l'on excepte un exemplaire non typique de *Parkinsonia neuffensis*; cependant sa présence, celle d'un *Stepheoceras* du Bathonien

inferieur de Chaudon, l'abondance de *Lytoceras tripartitum*, la disparition de *Garantia Garanti* si fréquente au-dessous, rendent probable l'équivalence de cette assise avec les couches à *Lytoceras tripartitum* des Basses-Alpes, représentant si fossilifère (les Dourbes, Chaudon, le Bas-Aurans etc.) de la zone à *Oppelia fusca*."

In den Ostalpen findet man nach v. HOCHSTETTER in der Klippe von St. Veit bei Wien ähnliche Verhältnisse (Lit. 18):

Bajocien; Graublaue mergelige Kalke, stellenweise sandig, in unregelmässigen Bänken, in denen man drei Horizonte unterscheiden kann:

1. *Sonninia mesacantha*, *Witchellia deltafalcata*, W. *Romanoides*, *Hyperlioceras discites*, *Belemnites Gingensis*.
2. *Phylloceras heterophylloides*, *Oppelia subradiata*, *Stephanoceras Vindobonense*, St. *Bayleanum tenuicostatum*, St. *Humphriesianum subcoronatum*, St. *Blagdeni*, *Sphaeroceras Brongiarti*, *Belemnites giganteus*, *Posidonomya Buchi*.
3. *Phylloceras viator*, *Oppelia subradiata*, *Strigoceras Truelleri*, *Cosmoceras subfurcatum*, C. *baculatum*, *Belemnites canaliculatus*, *Cancellophycus*.

Bathonien: Sehr harte graue Kalke mit *Phylloceras Kuder-natschi*, *mediterraneum*, *Lytoceras tripartitum*, *Cadomites linguiferus*, *Morphoceras polymorphum*, *Posidonomya alpina*, *Collyrites ovalis*.

HAUG macht zu dieser Fauna die Bemerkung (Lit. 11, S. 1027): „La distribution verticale des espèces, en particulier celle des *Phylloceras* et de *Lytoceras*, est exactement la même que dans le Bajocien et le Bathonien des environs de Digne.“

Nach dem Gesagten steht wohl fest, dass *Lytoceras tripartitum* nur im Bathonien vorkommt und ich glaube darum, die von mir aus der Marivue gesammelte Fauna zum untersten Bathonien rechnen zu müssen.

Da diese Bathonien-Fundstelle sich in einer Schuppe befindet, die gegen W an Bajocien-Schuppen, gegen O an solche des oberen Bathonien stösst, so ist leider auch hier ein normaler Kontakt weder nach oben noch nach unten vorhanden. Im Bajocien wird man somit auch hier nirgends den der Zone von *Ludwigia Murchisonae* aufliegenden Horizont antreffen: ich fand nirgends die typischen Gesteine der Zone von der *Ludwigia concava* und ebensowenig die harten, dichten, etwas kieseligen, aussen rotbraunen, innen schwarzen Bänke, denen man in dem oberen Bajocien begegnet. Ich stimme insoweit mit ERNEST FAVRE überein, der aus der Marivue nur Gattungen aus dem Horizonte der *Ludwigia Murchisonae* und dessen Liegen-

dem zitiert; allerdings nennt er auch einen *Amm. Humphriesi* Sow., doch fügt er dabei an: „Je ne puis affirmer que cette échantillon provienne de la même couche que les autres, cependant la roche paraît identique.“ Dass das Gestein ähnlich ist, wie z. B. das der Zone des *Lioceras opalinum*, kann stimmen, denn die mergeligen Kalke, welche zwischen den kieseligen Kalken des *Humphriesi*-Horizontes eingelagert sind, und die meistens die Petrefakten enthalten, sind hellbläulich-graufleckig und gleichfalls rein mergeligkalkig; es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, dass das genannte Exemplar nicht aus derselben Schicht der Marivuefundstelle stammt.

In dieser stark gestörten Synklinale lässt sich im allgemeinen jeweils nur schwer entscheiden, ob eine tektonische und eine stratigraphische Lücke vorliegt oder nur eine tektonische, oder nur eine stratigraphische. Im vorliegenden Falle ist es wohl nur eine tektonische Lücke, denn in dem beschriebenen Bathonien, sowie in den aufgeführten Horizonten des Bajocien liegt eine ausgesprochene Tiefsee-Facies vor.

Das übrige, stratigraphisch höhere Bathonien ist sicher im Flachmeer abgelagert worden; man findet es, wie schon früher angegeben, teilweise aufgeschlossen in der Marivueschlucht zwischen 970 und 1005 m. Das Gestein besteht hier aus einem aussen rostbraunen, innen dunkelgrau bis schwarzen, meistens stark sandigen Kalk in Bänken von 30 bis 50 cm Mächtigkeit. Fast durchwegs sind die Bänke durch Zwischenlager von hellen mergeligen Kalken voneinander getrennt. Die braune Verwitterungsrinde ist auf dem frischen Bruch scharf gegen den innern dunklen Kern abgegrenzt, ähnlich wie dies bei dem Hauptrogenstein des Jura der Fall ist. Stellenweise ist das Gestein oolitisch, hier und da sogar sehr grob oolitisch; auch in den Mergelzwischenlagen kommen dann und wann Oolithe vor. Das Gestein ist reich an Pflanzenresten. An der Stelle, wo die Moräne bis zum Bach hinunterreicht (1000 m) fand sich am rechten Ufer der Marivue ein sehr schönes Stück Treibholz; meistens sind die Schichtflächen mit Pflanzenresten, mit Sand gemengt, bedeckt. Das Gestein enthält auch vielfach einen hellen Glimmer. Nach oben zu werden die Kalkbänke weniger mächtig und gehen in richtigen Sandkalk über; dieser enthält sehr viel Glimmer- und Pflanzenreste. Der zwischengelagerte mergelige Kalk wird hier eher etwas gelblicher. Dieser höhere Horizont ist in der Marivue nur wenig entwickelt, dafür um so besser am Moléson selber, am besten in den Rinnen an der Ostflanke. Der Weg von Pétere nach Tzuatzaux-dessus quert in der Nähe der letztgenannten Hütte einige dieser Rinnen, welche auf der

Karte deutlich angegeben sind. Fossilien sind hier durchaus nicht selten, doch findet man fast nur *Lytoceras tripartitum* und *Perisphincten*.

In den Bathonien-Kalken, die in den Rinnen SW von Gros-Molésou anstehen, ist der tiefere Teil des neritischen Bathoniens aufgeschlossen. Die Schichten sind hier stark gestört.

Ich fand hier:

Lytoceras tripartitum Rasp.

Morphoceras polymorphum d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç., Terr. jur. Pl. 124.

Perisphinctes a. d. Gruppe des *Perisphinctes quercinus* Terq. et Jourdy.

Terquem et Jourdy: Bull. soc. géol. de France. 2^{me} série, tom. IX, p. 44, pl. I, fig. 10—13.

Perisphinctes sp. ind. (mehrere kleine Exemplare).

Posidonomya alpina Gras.

Nach dem Vorkommen von *Morphoceras polymorphum* d'Orb könnte man annehmen, dass diese Schichten noch zu der Zone der *Oppelia fusca* zu stellen wären.

Der Weg Gros-Molésou-Francey quert unterhalb des Weges hervortretende mächtige Bänke von äusserst dichten Kalken, die fast frei sind von Glimmer und Pflanzenresten und keine oder sehr wenig Mergelzwischenlagen enthalten. Wir haben hier wohl den Übergang der *Lytoceras tripartitum*-Kalke der Marivueschlucht als Tiefsee-Facies zu der neritischen Facies. In der Marivue stösst, der Überschiebung wegen, die Flachseefacies direkt an die Tiefseebauung. Analog ist auch am Molésou die typische Tiefseefacies nirgends aufgeschlossen, wahrscheinlich auch aus tektonischen Ursachen.

Das obere Bathonien mit den pflanzen- und glimmerführenden Sandkalken findet sich auch noch an der Trémétaz bei Teysachaux-dessus gut aufgeschlossen. Ich fand hier:

Lytoceras tripartitum Rasp.

Phylloceras viator d'Orb.

In der Nähe, etwas mehr SW, findet sich am Rücken bei P. 1527 anstehendes Bathonien als massige Kalke fast ohne Mergelzwischenlagen. Die Kalke sind aussen braun, innen grau und enthalten wenig Kiesel; auf dem frischen Bruche sind viele kleine stecknadelkopfgrosse Pünktchen wahrnehmbar. Petrefakten finden sich hier nirgends.

In der dem Molésou NW vorgelagerten Synklinale S 4, liegt im Bois d'Albeuve, wie auf der Karte angegeben, ein schmaler Bathonienstreifen von Mergelkalken mit Sandkalkzwischenlagen.

Je höher man im Bathonien kommt, um so mehr treten die Sandkalkbänke gegenüber den Mergelbänken zurück, während zugleich ihre Mächtigkeit bis auf einige Zentimeter zurückgeht und sie am Ende ganz aussetzen. Man kann dies am besten am Moléson selber, wo die Schichten verhältnismässig wenig gestört sind, beobachten, z. B. in einer der angegebenen Rinnen von Tzuatzaux-dessus.

Dass das Unterste Bathonien in der Tiefsee abgelagert wurde, zeigt sich am Aufschluss in der Marivueschlucht bei 1010 m sowohl im Charakter des Gesteins wie in der Zusammensetzung der Fauna.

c) *Callovien*. Die Sandkalkzwischenlagen werden, wie schon angegeben, in den mergeligen Kalken des oberen Bathonien immer spärlicher und hören endlich ganz auf. Das Gestein unterscheidet sich dann nur noch wenig vom eigentlichen Bathonienkalk, doch gehen die beiden Horizonte nicht ohne weiteres ineinander über. Es finden sich nämlich an verschiedenen Stellen direkt über dem Obersten Bathonien ein paar sehr mächtige Bänke eines dichten, braunrot angewitterten, innen grauschwarzen oolithischen Kalkes.

Man sieht diese Kalke sehr schön NNE von Mifory bei P. 1497 anstehen. Leider ist der Kontakt Bathonien-Callovien fast überall sehr schlecht aufgeschlossen, sodass man diese oolithischen Bänke nur selten beobachten kann. Über ihnen liegen helle, oft bläuliche, sehr hell anwitternde mergelige Kalke in Bänken von 20–40 cm Mächtigkeit, welche vielfach kleine rostige Punkte enthalten (oxydierter Pyrit?). Sie bilden am Moléson-Trémattaz einen Horizont von ungefähr 80 m Mächtigkeit.

Fossilien sind im allgemeinen sehr selten; die beste Fundstelle befindet sich an der erodierten Kante N Vieille Chaux (SE-Seite der Trémattazkuppe). Es fanden sich hier in regelmässig mit 45° NW einfallenden Schichten:

Ludwigia retrocostata Gross. (Amm.)

Grossouvre: Bull. Soc. Géol. de France, 1888, pl. III, fig. 8, 9, p. 374. *Morphoceras* sp. ind.; zu vergleichen mit: Amm. *Parkinsoni inflatus* Quenst.

Quenst.: Amm. Schwäb. Jura, Tab. 74, Fig. 1–2.

Stephanoceras (*Coeloceras*) *extinctum* Roll.

Ebenda, Taf. 74, Fig. 30.

Zwei Bruchstücke, welche fast sicher der Gattung *Macrocephalites* angehören.

Nach dieser Fauna würde es sich also sicher um den Horizont an der Basis des Braunen Jura ζ Quenstedt = Callovien handeln.

Die Fauna, sowie das Gestein, machen durchaus den Eindruck, in der Tiefsee abgelagert worden zu sein; ich fand übrigens in diesem Horizont über Vieille Chaux ein gut erhaltenes Blatt eines *Pterophyllum*.

Die Callovienkalke bilden, wenn sie nicht nach unten zu direkt an Schutthalden anstossen, wie dies meistens an der Trémétaz der Fall ist, vielmehr das ganze Massiv hoch genug aus dem Schutt hervorragt, wie z. B. am Moléson, eine mehr steilere Partie im Hang, während nach unten zu im Bathonien eine allmähliche Verflachung auftritt und auch die hangenden Oxfordschichten meist eine weniger steile Böschung aufweisen.

Die Callovienschichten sind in der Synklinale 1 direkt oberhalb der Chapelle de l'Evi am linken Ufer der Marivue am besten aufgeschlossen. Dieselben sind hier, wie dies schon früher angegeben wurde, stark geschuppt. Ich fand hier:

Phylloceras flabellatum Neum.

Jahrb. der K. K. Geol. R-A., Bd. XXI, 1871, Taf. XV.

Perisphinctes sp. ind.

5. MALM.

a) *Oxfordien-Argovien* = *Unterer Malm*. Die Stratigraphie der nun folgenden Stufen des Oxfordien-Argovien ist, obwohl schon von mehreren Autoren eingehend behandelt, noch nicht ganz aufgeklärt. Bis jetzt wurden die bunten knolligen Kalke, die den tieferen Teil dieser Horizonte darstellen, immer als Oxfordien beschrieben, u. a. von E. FAVRE in seiner: *Description des fossiles des terrains oxfordiens des Alpes Fribourgeoises*. Aber das Oxfordalter dieser Schichten ist bis jetzt noch nicht einwandfrei festgestellt. Es kommen z. B. viele der von FAVRE zitierten Formen sowohl im Oxfordien als im Argovien vor. Auch teilt mir Herr Prof. Rollier mit, dass es ihm schon vor Jahren bei einem Studium der von FAVRE bestimmten Fossilien im Museum von Bern aufgefallen sei, dass sehr Vieles unrichtig bestimmt worden sei. Es scheint hiernach eine neue Bearbeitung nach mehr modernen Gesichtspunkten nötig zu sein.

Was nun die Ausbildung der Gesteine in meinem Gebiet anbetrifft, so findet man über den Mergelkalken des Callovien eine mehrere Meter mächtige knollige graue Kalkmasse. Das Gestein ist mergelig und etwas sandig. Dieser Horizont ist durchschnittlich ca. 25 m mächtig. Man kann in dieser grauen knolligen Masse keine Schichtung an den Bänken erkennen. Die Knollen sind stärker mergelig als die Knollen in den höher gelagerten bunten Schichten. Man findet diesen Horizont sehr gut

aufgeschlossen am Weg von Tzuatzaux-dessous nach Tzuatzaux-dessus bei 1500 m und von hier höher hinauf in der Rinne, welche der Weg in dieser Höhe quert. Die sich diesem Horizont nach oben anschliessenden bunten Knollenkalke sind meistens rot, selten grün gefärbt. Meistens stellen sich Zwischenlagen von dichten, harten, braungrauen vielfach kieselig durchsetzten Kalken ein. Diese zeigen deutliche Bankung. Zuweilen liegen auch kompakte, mächtige Kalkbänke vor. Nach oben zu gehen die bunten Knollenkalke in graue knollige Kalke über, deren Verwachsung immer fester wird und welche dann allmählich in den Malmkalk übergehen. Meistens bildet der rote Knollenkalk, wie gesagt, den tieferen Teil; besonders am Moléson und an der Treméttaz lässt sich dies an verschiedenen Stellen beobachten. Auch in der Synklinade 1 konnte ich oberhalb Villars sous Mont, bei Le Bette, nachweisen, dass die bunten Kalke das Tiefere darstellen.

In der Gorge de la Marivue findet sich der rote Knollenkalk leider nicht aufgeschlossen, um so besser aber der höhere Horizont mit den kieselführenden Kalkzwischenlagen, zwischen der ersten Brücke und der Brücke bei La Chapelle de l'Evi. Leider ist dieser letztere Horizont absolut fossilieer: trotz tagelangem Suchen konnte ich hier keine Spur von Petrefakten finden. Das Gestein unterscheidet sich insofern von dem entsprechenden Horizont des Moléson, als die knolligen Kalke viel mergeliger sind.

Von neueren Untersuchungen dieser Horizonte liegt bis jetzt noch wenig vor.

HENNY (Lit. 11a) zitiert daraus aus der Kette der Verreaux nördlich des Cape au Moine:

„*Phylloceras tortisulcatum* d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç., Terr. jur., pl. 189, p. 506.

Phylloceras Manfredi Opp.

Oppel: Pal. Mittl. 1863, pl. 57, fig. 2.

Phylloceras mediterraneum Neum.

Neumayr: Jura-Studien. Jahrb. der K. K. Geol. Reichsanstalt, Taf. XVII, Fig. 2.

Perisphinctes plicatilis d'Orb. non Sow.

de Loriol: Oxford sup. du Jura bernois. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. XXIII, pl. VIII, fig. 1.

Perisphinctes Bernensis de Lor.

de Loriol: Oxf. inf. du Jura lédonien, pl. IV, fig. 29—30.

Perisphinctes Sayni de Riaz, pl. XV, fig. 5.

de Riaz: Description des Ammonites des couches à Pelt. transversarium.

Perisphinctes Navillei, E. Favre.

E. Favre: Voiron, Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. II, pl. 4, fig. 1a.

Lytoceras polyanchomenon Gem.

Gemellaro: Faune guiresi et liasiche della Sicilia.

Glossothyris nucleata Schloth Taf. 4, fig. 2, 3.

Quenstedt: Brachiopoden, Tab. 47, Fig. 109.

Rhynchoteuthis Fischeri Oost.

E. Favre: Terr. Oxford. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. III, pl. II, fig. 4 a.

Er macht zu dieser Fauna die Bemerkung: „tous ces fossiles sauf le *Perisphinctes Sayni*, dont la détermination n'est pas du tout sûre, indiquent plutôt l'Oxfordien que l'Argovien, nous continuons donc à appeler le niveau des calcaires grumeleux *Oxfordien*.“

Trotzdem *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. eher eine Oxfordien- als eine Argovienform repräsentiert, glaube ich nicht, dass diese Fauna im allgemeinen die Frage ihrer Lösung näher zu bringen vermag.

Wie man die Sache auch betrachtet, nur neue ausschlaggebende Funde können hier entscheiden. Es ist sehr gut möglich, dass die massigen Bänke unter den roten Schichten dem Oxfordien angehören, und die roten und grünen Knollenschichten mit den zwischengelagerten, dichten, kieseligen Bänken dem Argovien entsprechen, oder dass eventuell der rote Horizont das Oxfordien, der höhere graue das Argovien darstellt.

ERNEST FAVRE (Lit. 1, p. 10) zitiert aus den roten Kalken vom Moléson-Treméttaz:

„*Sphenodus longidens* Ag.

Belemnites hastatus Bl.

Belemnites Sauvanausus d'Orb.

Rhynchoteuthis Brunneri Oost.

Rhynchoteuthis Fischeri Oost.

Phylloceras Manfredi Opp.

Phylloceras mediterraneum Neum.

Phylloceras tortisulcatum d'Orb.

Phylloceras Molesonense Favre.

Lytoceras polyanchomenon Gem.

Harpoceras Henrici d'Orb.

Haploceras Erato d'Orb.

Perisphinctes sp. ind.

Aspidoceras cf. *Babeanum* d'Orb.

Peltoceras Arduennense d'Orb.

Peltoceras Gruyereuse Favre.

Aptychus sp.

Inoceramus Oosteri Favre.

Terebratula cf. *rupicola* Zitt.

Cidaris filograna Ag.

Rhabdocidaris spinosa Ag. sp.

Collyrites Voltzii Ag. sp.

Collyrites Friburgensis Oost.“

Zum Schlusse gibt er noch an:

„Le calcaire rouge que, d'après ses fossiles les plus caractéristiques, on peut nommer calcaire à *Belemnites Sauvanaus* et à *Ammonites Arduennensis*, renferme donc un mélange d'espèces des zones à *Amm. cordatus* et à *Amm. transversarius*, avec une prédominance de la première zone. Ses affinités sont plus étroites avec les couches plus récentes qu'avec celles qu'il recouvre.“

Nach dieser Auffassung würde in den bunten Schichten sowohl Oxfordien als Argovien vorhanden sein.

Aus den grauen Kalken von Trémettaz zitiert FAVRE (Lit. 1, p. 12):

„*Phylloceras Manfredi* Opp.

Phylloceras mediterraneum Neum.

Phylloceras tortisulcatum d'Orb.

Haploceras Erato d'Orb.

Perisphinctes Lucingensis Favre.

Perisphinctes Birmensdorfensis Moesch.

Collyrites Voltzii Ag. sp.“

Von mehreren anderen Fundstellen erwähnt FAVRE aus diesen grauen Kalken:

Peltoceras bimammatum Quenst.

Demnach würde es sich bei den grauen Kalken also sicher um Argovien handeln und man könnte also annehmen, dass die grauen Kalke das Argovien, die olivenfarbigen das Oxfordien darstellen. Ich selbst fand in den bunten Knollenkalken:

Perisphinctes Pralairi Favre (Amm.).

E. Favre: *Voirons*, pl. III, fig. 7. *Mém. de la Soc. Pal. Suisse*, vol. III, 1880.

Phylloceras Manfredi Opp. (Amm.)

E. Favre: *Terr. oxf.*, pl. 2, fig. 10. *Ebenda*. Vol. III.

Cardioceras cf. *alternans* Buch. (Amm.)

Quenstedt: *Amm.* Tab. 21, fig. 22.

b) *Séquanien-Kimeridgien-Portlandien* = *Oberer Malm*. Nach oben zu gehen die grauen Knollenkalken, indem sie immer kalkiger werden und fester verwachsen, während die Zwischenlagen von

kieselführendem harten Kalkstein aussetzen, in den Séquan-kalk über, der im tiefsten Teil noch stark knollig ist, wie man dies am Moléson-Treméttaz gut beobachten kann. Weniger knollig sind die Kalke in der Synklinale 1 oberhalb Albeuve und in der Gorge de l'Evi, dafür aber wieder sehr stark knollig oberhalb Grandvillard. Fossilien finden sich in diesen Horizonten sowie höher oben im Malm fast nirgends; ich fand nur einige unbestimmbare Belemniten. ERNEST FAVRE zitiert (Lit. 1) aus diesen Horizonten vom Moléson und der Kette der Verreaux Zähne von *Lepidotus maximus*, *Belemnites semisulcatus*, *Amm. tortisulcatus*, *Aptychus punctatus*, *Apt. latus*, *Terebratula Bouei*.

Das Gestein ist sehr dicht, braun bis graubraun, meistens in Bänken von 20 cm und darüber; sein Bruch wird nach oben zu, wo er wohl bereits das Kimeridgien repräsentiert, immer flacher und splitteriger; in der unteren Partie ist er meist weniger flach und öfters schuppig. Die Mächtigkeit der Malmkalke wird ungefähr 150 bis 200 m betragen. Kiesellagen finden sich speziell im unteren Teil und an einzelnen Stellen in den oberen Partien.

Der Malm ist, obwohl sehr massig, doch immer noch deutlich geschichtet. Die Malmkalke sind in der Gorge de l'Evi, wo gerade bei der ersten Brücke über die Marivue sich die Grenze Argovien-Sequanien befindet, sehr schön aufgeschlossen. Geht man von hier den Weg nach Albeuve hinunter, so findet man, dass der Kalk nach oben zu eher noch etwas dichter und sein Bruch schuppiger wird. Bei 870 m kommt man an den Steinbruch von Neirivue. Hier ist das Gestein hellgrau und sehr dicht, mit schuppigem Bruch an der Oberfläche der einzelnen Bänke, welche eine Mächtigkeit von 40 cm bis 1 m haben, mit jeweils dünnen Lagen von hellgrünem bis blaugrünem Mergel. FAVRE und SCHARDT geben an, dass die Schichten dieses Steinbruchs nach unten zu an eine ungefähr 2 m mächtige Bank grenzen, die von einer 5 cm mächtigen Kieselschicht überlagert ist. Ferner sollen nach den genannten Autoren die Kalke des Steinbruchs von Grandvillard mit *Pygope Catulloi* und *Perisphinctes Loryi* den gleichen Horizont einnehmen; ich glaube jedoch, dass letztere Schichten stratigraphisch tiefer als die des Steinbruchs von Neirivue liegen, ist doch das Gestein von Grandvillard ganz anders ausgebildet. Es ist ein hellbraungrauer typischer zoogener Kalk, der neben makroskopischen Fossilien noch massenhaft Reste von Organismen (Echinodermen, Foraminiferen) enthält, die sich als weisse Partien von der mehr bräunlichen Masse des Gesteins abheben. Das Gestein macht ganz den Eindruck, in einem weniger tiefen Meer als der grösste Teil der Malmschichten abgelagert worden zu sein. Man findet es tatsäch-

lich wegabwärts des Steinbruches von Neirivue anstehend, also *über* den ausgebeuteten Kalkschichten. Die von den genannten Autoren angegebenen Kiesellagen wiederholen sich durch den ganzen Steinbruch an verschiedenen Stellen zwischen mehreren Bänken; sie sind also sehr unregelmässig verteilt in mehreren Lagen übereinander. FAVRE und SCHARDT (Lit. 3, p. 138) zitieren aus diesem Steinbruch:

Amm. sp.

Belemnites semisculatus Münst.

Aptychus latus Park.

Aptychus punctatus Voltz.

Aptychus Beyrichi Opp.

Auch DR. GERBER (Lit. 9, p. 195), welcher die Gesteine der Steinbrüche von Neirivue und Grandvillard untersuchte, beobachtete den Unterschied dieser Kalke. Er bezeichnet das Gestein von Neirivue als dichten Kalkstein, hellgrau-grünlich gefleckt, mikrokristallin bis kryptokristallin (mit mesomakrokristallinen Einlagerungen) und das Gestein von Grandvillard als zoogenen Kalkstein (Echinodermenkalk), hellgrau, mit Echinodermensplittern, mit makrokristallinen und kryptokristallinen Körnern in Mikro-Grundmasse.

Im Steinbruch von Neirivue hat man den Betrieb mit nur wenigen Arbeitern während des Krieges aufrecht erhalten, aber seit dem Herbst 1918 wieder in vollem Umfang aufgenommen. Das Gestein wird für die Eindämmung der Jogne verwendet.

Im Steinbruch von Grandvillard wird schon seit vielen Jahren nicht mehr gearbeitet.

Den Horizont des Steinbruches von Neirivue findet man auch wieder am Moléson, wo er unter anderem am Weg Petit-Plané-Bonne Fontaine sowie auf der Ostseite bei P. 1736 direkt in der Nähe von Tzuatzaux-dessus gut aufgeschlossen ist. Nach oben zu grenzen die Schichten des Steinbruches von Neirivue an helle dichte Kalke in Bänken von bis 50 cm Mächtigkeit. Der Bruch des Gesteins ist typisch muschelrig und stark splitterig. Nach oben zu treten allmählich undeutliche Flecken auf; die Mächtigkeit der Bänke nimmt ab und es stellt sich ein allmählicher Übergang in die Gesteine der Kreide ein. Daraus ergibt sich, dass es schwierig ist, hier die Grenze zwischen Malm und Kreide genau anzugeben. In der Hauptsache ist es die Mächtigkeit einzelner Bänke, welche diese Schichten von den typischen Kreideschichten unterscheidet. Auch am Moléson-Treméttaz sind diese Abgrenzungen an einzelnen Stellen sehr gut zu beobachten: am besten an der auf der Karte nur teilweise an-

gegebenen Felswand, welche sich NW von Trémétaz-dessus in der Höhe von 1710 m nach P. 1746 hinzieht.

6. KREIDE.

a) *Neocom* = *Untere Kreide*. Die Kreideschichten bestehen im unteren Teil aus hellgrauen, fleckigen, sehr dünnbankigen, flachbrüchigen Kalken, welche meistens von Tonhäuten durchsetzt sind und vielfach Ton in dünnen Lagen enthalten. Diese Schichten bilden die höhere Partie des Moléson und setzen, indem der ganze Schichtenkomplex nach S zu ansteigt, in der Nähe von Trémétaz-dessus aus, wird doch der Gipfel der Trémétaz nur von Malmkalken gebildet. Die Lagerung der Kreideschichten ist, da diese dünnbankigen Schichten viel weniger widerstandsfähig sind, als die mächtigen Malmbänke, viel stärker gestört, als diese. Schon die Oberfläche der einzelnen Bänke ist fast immer wellig gebogen. Ich fand in diesen Schichten im Felsen südlich von Bonne-Fontaine:

Crioceras Duvali Lév.

Collect. Ooster: Mém. Pal. Suisse, tome XXIX, Pl. XII, fig. 1.

Lytoceras Honoratianum d'Orb. (Amm.).

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. crét. tome I, pl. 37, fig. 1.

Holcostephanus (*Craspedites*) *Carteroni* d'Orb.

Ebenda. Pl. 61, fig. 1.

Holcostephanus (*Astieria*) *Astierianus* d'Orb. (Amm.)

Ebenda. Pl. 28, fig. 1. (Von diesem Fossil fanden sich zwei Exemplare, wovon eines am Gipfel des Moléson).

Hoplites heliacus d'Orb. (Amm.).

Ebenda. Pl. 25, fig. 1, 2.

Phylloceras diphyllum d'Orb. (Amm.)

Ebenda. Pl. 55, fig. 1.

Aptychus (a. d. Gruppe des *Aptychus lamellosus*).

Inoceramus neocomiensis d'Orb.

d'Orbigny: Pal. franç. Terr. crét. III, pl. 403, fig. 1–2.

Diese Fauna beweist, dass es sich hier hauptsächlich um den unteren Teil des Neocom handelt (bis und mit Hauterivien).

FAVRE und SCHARDT erwähnen von dieser Lokalität (Lit. 3, p. 167):

„*Belemnites dilatatus* Blv.

Belemnites bipartitus Blv.

Rhynchoteuthis Oost.

Ammonites subfimbriatus d'Orb.

Ammonites Moussoni Oost.

Ammonites Astierianus d'Orb.

Hamites (*Baculites*?) sp.

Crioceras Emerici d'Orb.
Aptychus Didayi Coq.
Aptychus Studeri Oost.
Aptychus Seranonis Coq.
Aptychus radians Coq.
Inoceramus spec.
Terebratula diphyoides d'Orb.“

Aus der Karte ersieht man, dass die untern Partien der Hänge des Synklinaltales Montbovon-Grandvillard-Estavannens von Neocomschichten gebildet werden, und dass der Talboden von Couches-rouges gebildet wird. Bei dem kleinen Elektrizitätswerk von Neirivue ist die Grenzschicht zwischen Neocom und Couches-rouges am besten aufgeschlossen. Man findet hier dicht bei dem Hause dunkelgraue bis schwarze mergelige Schiefer mit dunkelgrünlichen Streifen auf der Schichtfläche; dieser Horizont ist ungefähr 15 cm mächtig und grenzt einerseits direkt an die Couches-rouges, andererseits an die Neocomschichten. Fossilien finden sich darin leider nicht.

b) *Couches-rouges* = *Mittlere und obere Kreide*. Die Couches-rouges finden sich nur in der Synklinale Montbovon-Grandvillard-Estavannens. Das Gestein ist meistens noch gut geschichtet in Bänken bis ungefähr 20 cm Mächtigkeit. Es ist vorherrschend ziegelrot, oft auch hellgrau, oft auch wieder grünlich. Es unterscheidet sich vom Neocom dadurch, dass es viel weniger dicht und nicht so regelmässig gebankt ist, auch ist sein Bruch weniger flach, oft unregelmässig. Flecken wie diejenigen der Neocomkalke finden sich hier nirgends. Mit der Lupe lassen sich fast überall Foraminiferen feststellen. Die Zwischenlagen zwischen den Kalkbänken sind mergelig-schieferig; Tonhäute treten auch hier noch auf.

Wo die rote Färbung vorherrscht, ist das Gestein immer stark mergelig, und zeigt besonders unregelmässigen Bruch und schlechte Schichtung. In der Synklinale von Montbovon findet man hauptsächlich die grünliche Ausbildung; bei Estavannens, wo oberhalb der Couches-rouges noch Flysch vorkommt, trifft man von NW nach SE: Malm, Neocom, grüne Couches-rouges, rote Couches-rouges und Flysch an. Die rote Ausbildung repräsentiert hier wohl sicher das höhere Niveau; das geht auch daraus hervor, dass man bei dem Elektrizitätswerk von Neirivue die grüne Facies unmittelbar über der oberen Neocomgrenze findet.

Ausser den bekannten Foraminiferen fanden sich keine Fossilien.

7. FLYSCH.

Der Flysch findet sich in Gestalt von Erosionsrelikten in der Synklinale von Montbovon-Estavannens, hauptsächlich bei letztgenannter Ortschaft, wo er auch schon auf der 1 : 100.000-Karte angegeben ist. Das Gestein ist ein dunkler, bis schwarzer kieseliger, sandiger Kalk, ein eigentlicher Kalksandstein, aussen rotbraun verwittert. Die angewitterte oxydierte Zone ist hier viel weniger tief ins Gestein eingedrungen, wie ähnlich bei Lias- oder Doggergesteinen. Der Bruch ist unregelmässig. Das Gestein zeigt öfters parallel zur Schichtrichtung verlaufende Absonderungsflächen. Gut anstehend findet sich Flysch in der genannten Synklinale nirgends, man hat es meistens nur mit grossen, haufenweise herumliegenden Blöcken zu tun.

Ein ähnliches Flyschvorkommen fand ich als eine schmale zwischen den Couches-rouges eingeklemmte Zone westlich Neirivue am rechten Saaneufer bei le Nanchaux. Dieses Vorkommen findet sich nicht auf der 1 : 100.000-Karte, wie überhaupt der ganze Talboden auf ihr der Hauptsache nach als Neocom angegeben ist, weil die grünen und grauen Couches-rouges damals als Neocom betrachtet wurden.

II. Tektonischer Teil.

Die wichtigste Veröffentlichung, welche bis jetzt über die Tektonik des Molésongebietes veröffentlicht wurde, ist der Abschnitt „Massif du Moléson et Arête des Verreaux“ der öfters erwähnten Arbeit von FAVRE und SCHARDT (Lit. 3, S. 302—312). Es werden darin verschiedene kleine Profile gegeben; da aber eine detaillierte Kartierung des Terrains nicht stattfand, weil damals die Siegfriedkarte 1 : 25.000 noch nicht vorhanden war, ist aus diesen Profilen schwer zu verstehen, wie sich die Autoren die Tektonik des Ganzen gedacht haben; um so mehr, als man die Profile nicht immer gut parallelisieren kann.

1. Spezielle Beschreibung.

Von E nach W lassen sich folgende Synklinalen und Antiklinalen unterscheiden:

1. *Synklinale* von Neirivue–Grandvillard–Estavannens.
Antiklinale I: Charouda-la Sallaz-la Vudallaz.
2. *Synklinale* von Creux–Chermont–Esserts d’Avaux–Praz–Rémand.

Antiklinale II: Gros Mology–Moilles–Pair au Boeuf–Pétère–la Vy des Pounnes–la Palleuve–le Chabloux–la Chenalettaz.

3. *Synklinale* von Vuipay–Treméttaz–Molésou–Molésou à Baron–les Pentets–le Tragnolet.

Antiklinale III: W. Petit Mology–W. Petit Plané–Brücke Albeuve (1001)–le Morgeron–Gruyères.

4. *Synklinale* von Teysachaux dessus–Entre les Clefs–la Proveytaz–l'Arequaz–la Cauchaz.

Antiklinale IV: le Vilou–les Clefs d'en Bas–P. 1188.

Überschiebungsfläche der Trias auf Flysch mit Rutschfetzen.

Die *Synklinale S 1* (Neirivue–Grandvillard–Estavennens) bildet das breite Tal der Saane von Montbovon bis oberhalb Enney. Wo die Saane die W-Flanke der Synklinale durchbricht, zieht sich dieselbe in NE-Richtung, zwischen der Dent de Burgos und der Dent de Chamois nach dem Col de Fordaz.

Der Talboden wird von den stark und vielfach gefalteten Kreideschichten (Neocom und Couches-rouges) gebildet; der Malm in der Tiefe ist wohl viel weniger gestört; das gleiche kann man am Molésou selber beobachten.

Bei Estavennens findet sich der schon erwähnte Flysch auf den Couches-rouges. Auch am rechten Ufer der Saane bei Le Nanchaux (östlich Neirivue) fand sich ein schmaler, zwischen den Couches-rouges eingeklemmter Flyschstreifen.

Bei der blossen Betrachtung der Profile konstatiert man, dass die Schichten in der Synklinale S 1 ausserordentlich tief hinuntergehen. Das ergibt sich aus der einfachen Überlegung, dass, da man auf dem Gipfel des Molésou in 2000 m Höhe noch keine Couches-rouges findet, der Kontakt dieser Schichten, mit dem Neocom in der Synklinale wenigstens 100 m unter der Talsohle, also bei ungefähr 625 m liegen muss.

Die ganze Schichtmasse der Decke muss somit in eine Vertiefung ihrer Unterlage eingesunken sein, die offenbar schon präexistierte.

Das Fallen der Schichten an der E-Flanke der Synklinale ist fast immer senkrecht oder steil nach SE überliegend, während die Schichten der W-Flanke viel flacher einfallen, mit ungefähr 30° nach SE. Es ist hier natürlich das Fallen der Malmkalke gemeint, weil die Lagerung der Kreideschichten meistens eine so unregelmässig zerknitterte ist, dass daraus kein Schluss auf das allgemeine Fallen gezogen werden kann.

Dieses steile Fallen an der SE-Seite und schwache Fallen an der NW-Seite ist schon eine erste Andeutung des von SE

kommenden Schubes, dessen Wirkung sich in der Tektonik des Ganzen ausgeprägt hat.

Quert man die NW-Flanke der *Antiklinale I*, indem man oberhalb Albeuve in der Gorge de l'Evi längs der Marivue ansteigt, so findet man zuerst, wenn man von dem Bachschuttkegel auf das anstehende Gestein kommt, das Neocom mehr oder weniger stark gestört, dann den Malm, welcher schwach nach NW ansteigt. Dann gelangt man ansteigend in immer tiefere Schichten, bis man oberhalb der Chapelle de l'Evi an der linken Bachseite das Callovien gut aufgeschlossen findet. Ist die Lagerung der Malm- und der Argovien-Oxford-Schichten verhältnismässig regelmässig, so sollte dies anscheinend um so mehr beim Callovien und den tieferliegenden Schichten der Fall sein. Das trifft aber nicht zu, die ganze Serie Callovien-Bathonien-Bajocien wird von mächtigen Schuppen, welche immer wieder aufeinander überschoben sind, gebildet. Hier zeigt sich noch deutlicher der von SE kommende Druck.

Gut sieht man diese Schuppen nur, wenn man im Bachbett selbst hinaufgeht, was bei niedrigem Wasserstand gut möglich ist.

Leider ist der Kontakt dieser Schuppen mit dem untergelagerten Unteren Lias nirgends aufgeschlossen. Dieser Untere Lias zieht sich als eine mächtige Erhebung von P. 1486 (bei La Sallaz) bis zu P. 1671: La Vudallaz. Er fällt auf der W-Seite, direkt unter P. 1486, schwach nach SSE ein. Auch bei La Vudallaz findet man ganz oben am Grat 20° Fallen nach SSE; mehr nach unten zu, auf der W-Seite ist es steiler, bis zu 45°.

Die Schuppung, welche man in der Marivue sieht, wiederholt sich im ganzen Gebiete im Grossen, indem der stellenweise bis 200 m mächtige und zum grössten Teil feste, dichte, widerstandsfähige Untere Lias Überschiebungsfalten bildend, immer wieder auf das Tiefere überschoben ist. Dieses Verhalten des Unteren Lias beherrscht die Tektonik des ganzen Gebietes.

Die den Unteren Lias überlagernden Schichten sind fast immer, wie oben gesagt, geschuppt oder jedenfalls viel stärker gestört, als der Untere Lias selber. Daraus ergibt sich die Tatsache, dass die widerstandsfähigen festen Gebirgsteile, Oberer Malm und Unterer Lias, weniger gestört wurden als die dazwischenliegenden weicheren Schichtenkomplexe, die intensiv gequält wurden.

Der feste Untere Lias hat hingegen grosszügige Bewegungen vollzogen, Faltenverwerfungen und Schuppen grössten Stiles gebildet. So kann es vorkommen, dass der Gewölbeschenkel, den der Untere Lias an der Vorderseite der Schuppen bildet, in

sein Hangendes hinaufgedrückt ist und derselbe dadurch mit jüngeren Schichten in anormalen Kontakt kommt.

Die Antiklinale A I lässt sich, wie gesagt, leicht verfolgen von La Sallaz bis La Vudallaz. An der NW-Seite der Vudallaz treten, wie schon im stratigraphischen Teil angegeben, die Triasschichten unter den Unterlias-Schichten zutage. NE von La Vudallaz kommen dann diese Triasschichten in Kontakt mit denjenigen, die das Liegende der mehr NW vorgelagerten Synklinale darstellen. Der Betrag der Überschiebung hat also hier stark abgenommen.

Die Unterlias-Schichten dieser Antiklinalzone setzen sich in den NE-Grat der Vudallaz weiter fort und kreuzen den Afflon, wo sie an ihrem Kontakt mit dem Rhät einen kleinen Wasserfall bilden. Ferner findet man sie noch in senkrechter Stellung unter der Hütte von Les Frassettes; an ihrem Kontakt mit dem Rhät tritt, etwa 125 m N der Hütte die mächtige Quelle von Les Frassettes hervor. Weiter NE trifft man keinen Unteren Lias mehr an, in dem Hügel 851 m sind nur Malm-, Argovien- und Oxford-Schichten anstehend, indes man mehr NW nur Moräne und Trias findet. Wenn man aber bedenkt, dass die Synklinale S 1 hier an die Stelle kommt, wo sie das Tal der Saane quert, und dass sich hier die schon erwähnte Vertiefung in der Unterlage der Decke befindet, so ist es klar, dass hier nicht eine Überschiebung, sondern ein Herabrutschen, bzw. Einsinken der Schichten stattgefunden haben muss. Ohne Zweifel geht zwischen Hügel 853 und der SW-Fortsetzung der Synklinalflanke eine Verwerfung durch; allerdings ist diese nicht direkt zu sehen, aber erstens kann man sich ohne Störung das Durchbrechen des Afflon schwierig erklären und zweitens ist der Kreide-Malmkontakt hier auf einmal westlich verschoben.

Bevor ich die Fortsetzung des Unterlias-Rückens La Vudallaz-La Sallaz nach SW beschreibe, möchte ich, zum besseren Verständnis der Sache, zur Erörterung der der Antiklinale A 1 westlich vorgelagerten Faltenüberschiebung, bestehend aus *Synklinale S 2* und *Antiklinale A II*, übergehen.

Begeht man den kleinen Weg von La Sallaz nach Pétère (zwischen meinen Profilen 7 und 8), so kann man erkennen, wie der Untere Lias von La Sallaz auf die mergeligen Kalke des Bajocien-Bathonien, welche selbst wiederum etwas auf ihre Unterlage, den Unteren Lias, hinaufgedrückt worden sind, überschoben ist. Zwischen dem Unteren Lias und der Rauhwacke findet man Spuren von Rhät; ebenso an der W-Seite der Antiklinale, wo sich wiederum ein ganz schmaler nach WNW ein-

fallender Liasstreifen befindet, an den direkt Gehängeschutt grenzt.

Der Untere Lias stösst weiter oben direkt an Bathonien-Schichten, welche etwas hinaufgedrückt wurden.

Diesen Unteren Lias, der den westlichen Teil dieser Antiklinale bildet, findet man in dem Felsen oberhalb des „o“ in Tzuatzaux-dessous sehr schön aufgeschlossen.

Wenn FAVRE und SCHARDT zur Erklärung der anormalen Kontakte bei Pétère Verwerfungen annehmen, so ist dies nach meiner Auffassung nicht wahrscheinlich. Verwerfungen möchte ich in einer so stark unter einseitigem Druck sich befindlichen Lage, worin man ohne Schwierigkeit den geschuppten Charakter nachweisen kann, nur da annehmen, wo solche *sicher* festzustellen sind. Dass die genannten Autoren dem von SE kommenden Druck wenig Bedeutung zuerkannten, ist wohl daraus zu erklären, dass ihre Arbeit vor Aufstellung der Schardt'schen Deckentheorie entstand. Ist es doch diese Theorie, welche das Verständnis der tektonischen Schwierigkeiten ausserordentlich erleichtert, da man nun weiss, welche mechanischen Kräfte in der Hauptsache ihre Wirkung auf die Masse ausübten. Diese Kräfte, zusammen mit der Beschaffenheit der Gesteine, waren bei den Faltungen und Überschiebungen massgebend und bewirkten, da gleiche Kräfte auf gleiche Massen die gleiche Wirkung ausüben, dass man an verschiedenen Stellen des Gebietes tektonisch Gleiches wieder findet.

Was nun den von FAVRE und SCHARDT westlich von La Sallaz angenommenen Oberen Lias anbetrifft, so dürfte diese zusammengepresste Masse mergeliger Kalke eher dem Bajocien und dem Bathonien angehören; sie bilden die Synklinale S 2.

Der Obere Lias wird hier wohl kaum vorhanden sein; er ist in der Tiefe geblieben, während die höher gelagerten Schichten hinaufgedrückt wurden. Ein Beweis hiefür liegt auch darin, dass man hier keine der typischen Gesteine findet, welche das tiefere Toarcien bilden, wohl aber an einigen Stellen die mergeligen Kalke mit stark hervortretenden dunklen Flecken, welche für das unterste Bathonien bezeichnend sind; sie enthalten:

Lytoceras tripartitum Rasp., sowie

Phylloceras Riazi Lor.

Diese zusammengedrückte mergelige Kalkmasse lässt sich nach NE leicht verfolgen. Der Kontakt der Überschiebung zwischen den Antiklinalen I und II liegt immer direkt an der Grenze der Mergel mit dem Kieselkalk, der die E-Seite des Vudallazgrates bildet. Südlich der Hütte von Les Traverses

(1486) setzt der mergelige Kalk aus, da die Axe der Synklinale nach NE ansteigt.

Da dann in der Fortsetzung nach NE der Untere Lias auf Unteren Lias überschoben ist, und die Aufschlüsse wie gewohnt dürftig sind, ist der anormale Kontakt nicht mehr genau zu verfolgen, doch geht die Überschiebung weiter nach NE. Vermutlich zieht sie sich durch den obersten Teil des Waldes, SW der Zahl 1484; man findet da stark zerdrücktes, mit Calcit durchsetztes Gestein.

Weiter NE ist dann das Übergeschobene (Übergeschobenes, aktiv und hangend, und Überschobenes, passiv und liegend, möchte ich in demselben Sinne unterscheiden wie z. B. MÜHLBERG es tut) bis zum Dolomit aufgeschlossen, welcher NW der Vudallaz einen typischen Gewölbeschenkel bildet. Noch weiter SE, wo die topographische Oberfläche weit hinuntergeht, tritt auch die Trias unter dem Übergeschobenen zutage. Dort findet man, wie schon gesagt, den Kontakt Trias mit Trias, z. B. da, wo der Collivret in den Afflon einmündet. Hier bezeichnet eine schmale Rhätzone den Kontakt deutlich.

Zwischen Enney und Pétère-La Sallaz ist die Überschiebungsfalte II nur von geringer Breite. Der Synklinalteil wird zuerst gebildet von Unterem Lias, der von den schon beschriebenen aufgedrückten Mergelkalken überlagert ist, nachher gegen NE findet sich nur noch Unterer Lias. Bei Les Esserts d'Avaux oberhalb Enney geht auch dieser Untere Lias zu Ende, und die Überschiebungsfalte wird nur noch von Trias gebildet; man sieht sehr schön, direkt SE les Esserts d'Avaux, wie die Trias unter dem Unteren Lias eintaucht. Dieser bildet eine flache Synklinale, die der Trias aufliegt.

Von da bis Enney wird fast die ganze Synklinale von Glacialablagerungen bedeckt. Nur ein schmaler Unterlias-Fetzen mit anstossendem Oberlias bildet noch den Hügel 779 m bei Praz-Rémand, oberhalb Enney.

Der Antiklinalteil der Überschiebungsfalte II ist fast immer bis in die Trias abgetragen; an der Vorderseite des Gewölbekernes findet sich meistens noch ein sehr schmaler Streifen Unterer Lias. Diese Triaszone setzt sich von La Chenalettaz fort bis la Vy des Pounnes, nur ist sie stellenweise durch Glacialablagerungen verdeckt. Zwischen la Vy des Pounnes und dem Bach Deroutze ist die Trias von Unterem Lias bedeckt. Weiter nach SE zu lässt sich dann der Triaskern der Antiklinale ununterbrochen verfolgen, wie auf der Karte angegeben bis Gros Mology, wo sie plötzlich nach S umbiegt.

Was die Fortsetzung des Unteren Lias von La Sallaz (A I) nach S anbetrifft, so möchte ich an die eben erwähnte Triaszone der Antiklinale A II anknüpfen. Die Antiklinale II setzt sich ohne weiteres nach S fort; die Synklinale S 2 (Bajocien-Bathonien) von Pétère kann man aber nur verfolgen bis Punkt 1338 (wo ich Bathonien-Fossilien fand). Man sieht hier das gleiche wie bei Pétère-Sallaz, nur sind die Unterlias-Streifen hier noch schmaler.

Wenig weiter südlich liegt die Hütte Pair-au-Boeuf in der Mitte der Antiklinale A II, deren SE-Seite von Unterem Lias gebildet wird, der sich zu der Hütte Marais hinunter erstreckt. Läge hier die einfache Fortsetzung der Tektonik von Pétère-la Sallaz vor, so sollte man an diesen Unteren Lias SE anstossend finden: eine Synklinale von Bajocien, eine Bathonien-Überschiebung, dann mächtigen Unterlias, welcher die Erhöhung von La Sallaz-Vudallaz bildet.

Nach der 1 : 100.000-Karte setzt sich der Untere Lias von La Vudallaz-La Sallaz direkt in denjenigen fort, welcher die SE-Flanke der Antiklinale Pair-au-Boeuf bildet, das ist natürlich unmöglich.

Der wirkliche Sachverhalt ist, wie man aus Profil 10 ersieht, folgender: der übergeschobene Lias, bisher an der Stirn nur eine schwache Umbiegung zeigend, bildet auf einmal eine Falte, die überdies wohl noch etwas in das Hangende hineingedrückt wurde; die Überschiebung ist aber bedeutend schwächer geworden: offenbar verursacht diese Falte ein lokaler Widerstand in der in Schubbewegung begriffenen Schichtmasse.

Man findet dieses hinaufgedrückte Unterliasgewölbe auf der rechten Talseite der Marivue im Walde zwischen Charouda-dessous und dessus. Fallen N 45° W 45°. An der oberen Grenze, wo das Gewölbe sich verflacht, ist es direkt mit den Bajocien-Schichten in Kontakt; diese stellen das Tiefste der sonst normal ansteigenden Schichtenserie des Vanil-Blanc dar. Auch im kleinen Waldstreifen, bei den beiden „ss“ des Wortes „dessus“ findet man den Lias, und bemerkt zugleich ein merkliches Abdrehen in mehr nördliche Richtung. Fallen N 60° W 45°.

Aus diesen Betrachtungen folgt, dass der Synklinalstreifen S 2, welcher bis jetzt grösstenteils in der Tiefe lag, hier in die Höhe ansteigt. Aber die Bajocien-Bathonien-Schichten lassen sich erst weiter südlich beobachten, wo die Synklinale nicht mehr von Moränen bedeckt ist. Das oben erwähnte Unterliasgewölbe sinkt weiter SW in die Tiefe, sodass das Gewölbe nun oberflächlich von Bajocien-Schichten gebildet wird. Diese Bajocien-Schichten sind im Bach direkt südlich Creux mit den schon

früher erwähnten Fossilien aufgeschlossen. Da die Axe des Gewölbes absinkt, so nimmt hier auch der Betrag der Überschiebung nach SE mehr und mehr ab.

Zwischen dem Bajociengewölbe des Creux (A III) und der Antiklinale A II liegt die Synklinale S 2 mit Bajocien-Bathonien gut aufgeschlossen.

Der Antiklinale A II ist die ihrer ganzen Länge nach mehr NW gelagerte *Synklinale S 3* überschoben.

Diese fängt im NE des Gebietes mit mergeligen Kalken des Murchisonae-Horizontes an. Sie ist hier infolge der plötzlichen Umdrehung der Synklinale Montbovon-Estavannens ebenfalls stark nach W abgedreht. Ich werde darauf weiter unten bei der Behandlung der Antiklinale A III zurückkommen. Zwischen den beiden Bahntunneln, nördlich der Haltestelle von Estavannens, setzt sich diese Synklinale in SW-Richtung fort. Die Überschiebung des Unteren Lias von A II auf Oberlias-Bajocien von S 3 kann man direkt bei der Haltestelle Estavannens konstatieren.

Die Oberlias-Bajocien-Schichten sind auf der SE-Seite der Synklinale S 3 an vielen Stellen überkippt, auf der NW-Seite dieser Synklinale liegt die schon beschriebene Oberlias-Fossilfundstelle von Praz-Lieu.

Bei der Hütte Essert d'Amont, welche fast auf der Überschiebungslinie zwischen A II und S 3 steht, findet sich ein kleiner Felssturz, veranlasst durch die Erosion des Baches, der sich in die mergeligen Bajocien-Schichten, über welche die Antiklinale A II überschoben ist, eingegraben hat. Oberlias findet sich hier nicht; der Unterlias ist bis auf die Grenzschichten Lias-Dogger (mit *Ludwigia digna*) überschoben worden. Die Unterliasfelsen, welche die vordere Seite dieser Antiklinale bildeten, sind hiedurch überhängend und abgetragen worden.

Bei La Palleuve liegt wahrscheinlich auf dem Bajocien schon etwas Bathonien; sicher in der Nähe von P. 1283; weiter SW wird die Synklinale schmaler und sofort setzt das Bathonien wieder aus.

Nachdem die Synklinale von der Albeuve durchschnitten wurde, erheben ihre Schichten sich als Synklinalmasse des Moléson. Vorerst erscheinen die Bajocien-Schichten, die hier wie in der Marivue stark geschuppt sind, was nachzuweisen ist an den stark gestörten Lagerungen in dem linken Seitenbach der Albeuve unterhalb Moléson à Baron, sowie an dem NW-Fallen der Schichten im Walde besonders unterhalb La Vazillière. Sehr gut sieht man die stark gestörte Lagerung nördlich von Plan Francey an der W-Seite von P. 1536 (Horizont des *Lioceras opalinum*).

Etwas weiter geht die auf der Karte angegebene Verwerfung durch.

Auch das Bathonien an der E-Flanke des Moléson, anstehend in mehreren Erosionsrinnen südlich von Gros-Moléson, ist stark gestört, indem die Schichten von dem mehr östlich gelegenen Überschiebungskomplex II hinaufgedrückt wurden. Einen schönen Überblick hierauf hat man von dem Weg Tzuatzaux-dessous-Pétère. Die Rauhwacke der Antiklinale A II stösst hier direkt an das Bathonien. Weiter SE findet man unterhalb des oben genannten Weges die Felsen, die auf der Siegfriedkarte über dem Worte dessous (Tzuatzaux-dessous) eingezeichnet sind, welche von steil WNW einfallenden Unterlias-Schichten gebildet werden. Hier ist also der Unterlias auf der W-Seite der Antiklinale A II wieder vorhanden und setzt sich (obwohl an einzelnen Stellen noch bedeckt) wie auf der Karte angegeben, ununterbrochen nach SW fort. Die Malmschichten des Moléson haben diese Störungen weniger mitgemacht; sie fallen von allen Seiten nach dem Innern des Klotzes ein. Viel stärker gestört sind dagegen die Kreideschichten. Hieraus sieht man wiederum, wie die Beschaffenheit der Gesteine ausschlaggebend ist für ihre Beeinflussung bei Dislokationsvorgängen und wie falsch es ist, Störungen, welche man nur an der Oberfläche konstatieren kann, ohne Grund auf tiefere Schichten zu übertragen.

Das verhältnismässig sehr starke Ansteigen der Synklinale gegen S bewirkt, dass die Treméttaz nur aus Malmschichten besteht und die Kreideschichten schon SE von Treméttaz-dessous aussetzen. Südlich der Treméttaz setzt sich der Synklinalteil der liegenden *Antiklinale A III* über die Hütten Vuipay nach S fort. Die Bajocien-Schichten, die hier die E-Flanke der Synklinale bilden, fallen nach E resp. ESE ein, sind also überkippt.

So verhältnismässig einfach der Synklinalteil der Überschiebungsfalte A III ist, so kompliziert ist der Antiklinalteil, derselben, und damit natürlich auch die W-Flanke der eben besprochenen Synklinale. Ich fange wiederum mit der Beschreibung der NE-Ecke der Karte an. Das Städtchen Gruyères steht auf Unterlias-Schichten, welche ungefähr senkrecht stehen, oder steil nach NE einfallen und die NW-Flanke der Antiklinale A III bilden. Gerade am kleinen Tor der Stadtmauer, beim Pfarrhaus, schliesst sich der Unterlias über der Trias.

Das plötzliche Abdrehen der Synklinale von Montbovon-Estavannens nach NE veranlasst ein örtliches Auf-die-Seite-Drücken der mehr NE vorgelagerten Schichten. Wie sich diese Synklinale und Antiklinale nach NE an das östliche Saaneufer

fortsetzen, ist bis jetzt nicht genau anzugeben, ob z. B. meine Überschiebungsfalte II zwischen der Dent de Broc und der Dent du Chamois noch vorhanden ist, kann man aus der 1:100.000-Karte nicht ersehen. Allerdings findet sich auf dem E-Ufer der Saane oberhalb „lin“ (in Clos du Moulin) ein kleiner Unterliasaufschluss, von schwach nach NE einfallenden Schichten, welche wohl als Fortsetzung des Unteren Lias oberhalb Essert d'Avaux und Praz-Rémand zu deuten sind. Auch beim zweiten „ie“ (in Scierie) am linken Saaneufer ist noch eine kleine Unterliasmasse, die ebenfalls schwach nach NE einfällt. Dieses Vorkommen aber gehört eher zu der SE-Flanke der Antiklinale A III, welche hier aus Unterlias-Schuppen mit zwischen-gelagertem Oberlias besteht. Die Aufnahme meines Freundes Verploegh-Chassé an der Dent de Broc werden hierüber Auskunft geben können.

Der Unterlias, der im Walde Chésalles SW Gruyères ziemlich ungestört gelagert ist, streicht durchwegs N 60° E bis N 70° E. Im westlichen Teil ist das Fallen 45° NE, im östlichen Teil wird es immer steiler, um zuletzt sogar senkrecht zu werden. Die Streichrichtung beträgt dann ungefähr N 80° E. Bei l'Auge d'Avaux geht dieser Unterlias zu Ende, das bedeutet ein Herabsinken im vertikalen Sinne von ungefähr 150 m. An der Strasse nach Epagny und auch an dem kleinen Weg nach Grueryraz findet man wiederum Unterlias anstehend. Die Streichrichtung ist plötzlich N 35° E geworden, und das Fallen an dem Weg nach la Gueyraz nur 40° nach SE. Es hat also ein plötzliches starkes Abdrehen der Streichrichtung nach N zu stattgefunden, zusammen mit einem ebenso plötzlichen Abnehmen des Fallens. Die Schichtmasse des Unterlias ist sozusagen nach N übergedrückt worden, und das hatte eine Schuppung zur Folge. Die Tatsache dieser Schuppenbildung geht aus einem schmalen Oberlias-Streifen hervor, der sich direkt NE von P. 767 in Richtung N 40° E hinzieht. Ich fand hier Harpoceraten aus dem Toarcien, und das Gestein war gleich demjenigen von Praz-Lieu.

Die zweitunterste Lias-Schuppe, welche die gleiche Streichrichtung wie die oben beschriebene hat, schliesst die Triaszone der Antiklinale A II nach NE ab.

Unter dem „G“ des Wortes Gruyères kann man gut das Fallen und Streichen der Unterlias-Schichten der zweiten Schuppe messen: Fallen 20° N, Streichen 110° E. Das Gestein besteht aus schwarzen, dichten, stark kieseligen, gut gebankten Kalken (Pliensbachien). Geht man von hier nach Le Laviau, so

trifft man hinter dem Zaun auf die schon im stratigraphischen Teil beschriebene, an Rhät anstossende Echinodermenbreccie.

In dem NW-Teil der Antiklinale A III ist bei Gruyères das Schichtenstreichen ziemlich ungestört N 60° E bei steilem NE Fallen. Gegen NW zu hört das Anstehende an der Strasse Epagny-Enney auf und geht gegen SE ungefähr an der Bahnlinie aus. Noch zwei schöne Aufschlüsse finden sich hier im Dolomit, welcher in zwei kleinen übereinandergelagerten Steinbrüchen ungefähr da, wo das „P“ von Petit Clos auf der Karte steht, ausgebeutet wurde: Einfallen 90°, Streichen N 50° E. Die Bahn selbst ist ganz in der Nähe des Bahnhofes Gruyères auf eine kleine Strecke in Aalénien eingeschnitten.

Der Untere Lias macht sich hier, obwohl er doch viel widerstandsfähiger ist als die mergeligen Bajocien-Schichten, topographisch fast nicht bemerkbar. Mehr SE ist das Anstehende ganz von Bachschuttmassen der Albeuve bedeckt, woraus der Hügel Montilly (790 m) hervorragt. An diesem Hügel kann man nirgends mit Sicherheit Anstehendes nachweisen. An der SW-Seite finden sich einige Dolomitbruchstücke, und hier und da einige Kieselkalkbrocken des Lias, aber kein wirklich Anstehendes. Ich möchte bei dieser Gelegenheit eine meiner Meinung nach grosse Schwierigkeit erwähnen, die mir beim Kartieren in dem schlecht aufgeschlossenen, stark gestörten Gebiet mehrmals begegnet ist. Die sogenannte „moderne“ Kartierungsmethode verlangt ein genaues Einzeichnen an jeder Stelle, nicht ein Abrunden, sondern naturgetreues Eintragen der Grenzen von Anstehendem, Moräne, Alluvium, Schutt etc. Es ist mir aber immer eine offene Frage geblieben, was man, da man bekanntlich auf der 1:25,000-Karte keinen Humusboden angibt, an den oben erwähnten, sowie ähnlichen Stellen eintragen soll. Ich hoffe darum, dass die modernen Geologen es mir nicht übelnehmen werden, dass ich an dieser und ähnlichen Stellen Anstehendes kartiert habe, auch wo es tatsächlich nicht zu sehen ist. Schutt kann man an der Stelle dieses eigenartigen Erosionsrestes kaum angeben. Der Hügel besteht nämlich aller Wahrscheinlichkeit nach aus Unterlias, auf der SW-Seite vielleicht noch aus etwas Dolomit, ist also wohl die Fortsetzung der NW-Flanke der Antiklinale A III. An der SW-Seite dieses Hügels ist diese Antiklinalflanke plötzlich horizontal abgescheert und bis in die Nähe von La Loup nach NW vorgeschoben. Es lässt sich dies an der Streichrichtung der Bajocien-Schichten in der Albeuve oberhalb der Brücke bei P. 769 nachweisen. Zwischen dieser Brücke und der auf der Karte angegebenen

schwachen Umbiegung des Bachlaufes findet sich das Bajocien anstehend, ungefähr N 20° W streichend.

Ich fand in diesen Schichten:

Aspidoceras Edouardsianum d'Orb.

Buckman: *Amm. of the Inf. Ool. Ser.*, Pl. LII, fig. 8.

BUCKMANN stellt dieses Fossil in die Sauzei-Zone; die stellenweise zwischen den mergeligen Kalkschichten auftretenden dichten, kieselig-kalkigen Bänke deuten darauf hin, dass es sich zum Teil um das obere Bajocien handelt.

Merkwürdigerweise ist die Streichrichtung dieser Schichten parallel zur Stossrichtung aus SE, welche für die Tektonik des ganzen Gebietes massgebend war. Es hat also eine *Schleppung* der Bajocien-Schichten nach NW stattgefunden, während die kieseligen, harten Unterlias-Schichten abgescheert wurden. Es ist wohl nicht ausgeschlossen, dass die Préalpes-Decke im Moment, als sie in ihre heutige Lage gelangte (*mise en place*), da wo die jetzige Gipsgrube von Pringy ist, eine Erhöhung der Unterlage vorfand, welche diese Knickung in der Streichrichtung der Falten hervorgebracht hat. Die Bewegung der ganzen Masse nach NW wurde an diesem Punkte stark gehemmt und das bewirkte dann zugleich, dass eine grosse Menge des Gipses gegen diese widerstandbildende Masse zusammengepresst wurde (Gipsakkumulation), um so mehr, als ja der Triasgips bzw. Anhydrit mit dem liegenden Flysch die Gleitmasse bildete.

Wie schon bei der Beschreibung der Gipsgrube angegeben, fand sich auf der SW-Seite, anstossend an Gips und Flysch, eine kleine Bajocien-Masse, welche jetzt ganz abgetragen ist. In der Nähe finden sich (siehe Karte) mehrere Gipstrichter, ebenso oberhalb Montbarry. An einer Stelle ist ein solcher Trichter von Couches-rouges-Schichten umgeben. Noch eine Kreidemasse kommt bei Montbarry am Ruisseau du Saugy vor, in der Nähe des Wortes Crét Bornon (westlich des „C“). Es ist eine Neocomscholle, anstossend an Couches-rouges, wohl eine mitgeschleppte Masse der Mont-Bonvindecke. Ich möchte an dieser Stelle auch noch die kleine Klippe erwähnen, welche direkt NW Epagny, zwischen Clos à Pachet und Le Grand Clos, aus der Schuttmasse herausragt und aus knolligem dichtem Malmkalk besteht. Das Gestein gleicht genau demjenigen unterhalb des Turmes von Tour de Trême und ist mithin sicherlich zur Mont-Bovindecke zu stellen.

Wie meistens, so ist auch an der NW-Seite von Gruyères der Kontakt der Préalpes-Decke mit dem untergelagerten Flysch nirgends nachzuweisen. GILLIÉRON gibt am Hügel Montilly (738) Flysch an; jetzt ist hier nirgends mehr Anstehendes zu

finden. Nur ein kleiner Rauhwaackeaufschluss direkt N der Strasse Pringy-Epagny gibt wohl ungefähr die Lage des Kontaktes an.

Die Fortsetzung der nach NW geschleppten Bajocien-Schichten lässt sich nur schwierig verfolgen, indem man zwischen der Albeuve und Montbarry fast kein Anstehendes vorfindet. Im Bach selbst stösst das Bajocien direkt an Rauhwaacke; von Unterlias liegt keine Spur vor. Die Unterlias-Schichten findet man erst wieder in der Höhe 830 anstehend am Weg, der zu dem Hause La Loup ansteigt. Auch Rhät ist rechts von dem kleinen Weg, der durch die Wiesen zum Hause führt, vorhanden. Die Unterlias-Schichten bestehen hier aus Echinodermenbreccie und Pliensbachienkalk.

Der auffällige Hügel 866 bei La Loup ist ziemlich schlecht aufgeschlossen und besteht wohl aus einem schmalen, durch die Bajocien-Schichten hindurchgepressten Unterlias-Streifen, der an der NW-Seite an eine schmale Rauhwaackemasse anstösst. In der nächsten Umgebung derselben ist nur das Bajocien aufgeschlossen; man trifft es auf der Höhe des Hügels selbst noch an. Dieser Hügel verdankt seine typische Form wohl der grossen Widerstandsfähigkeit der Unterlias-Gesteine, welche hier sozusagen das Gerüst für die Bajocien-Schichten bilden.

Am Weg La Loup-Mont Currat findet man das Pliensbachien in der gleichen Ausbildung wie bei Les Pueys als mergelige kieselige schwarze Kalke, die ausserordentlich stark tonig und vielfach von rostbraunen Adern durchsetzt sind. Diese tonigen Kalke gehen nach NW in tonfreien Kieselkalk über. Das ganze Terrain zwischen P. 863 bis und mit dem Walde von Les Cavuets ist von Unterlias-Schichten gebildet, welche in der Hauptsache N 60° E streichen und sehr steil gelagert sind; unter dem oben genannten Walde liegt ein kleiner verlassener Steinbruch in dichten, kieseligen, gut gebankten, harten schwarzen Kalken, welche steil N 150° E einfallen. Wenn man in Betracht zieht, dass die ganze Unterliasmasse sehr steil gelagert ist, muss man annehmen, der Unterlias habe hier, obwohl das Sinémurien gar nicht entwickelt ist, eine Mächtigkeit von wenigstens 300 m; das ist fast undenkbar. Auch hier hat wohl eine Schuppenbildung zu dieser scheinbar grossen Mächtigkeit Anlass gegeben.

Bei der Brücke 847 findet man am linken Ufer der Albeuve den Kontakt Lias-Dolomit. Hier ist wohl der Dolomit etwas hinaufgeschoben worden, findet man doch kein oberes Sinémurien (Lotharingien) und kein Rhät. Der Lias, der höher oben am Weg ansteht, und in welchem das Wasserreservoir der Gemeinde Gruyères eingebaut ist, fällt steil nach NW ein, wäh-

rend im oberen Teil der Schichten das Fallen gleich gerichtet, aber weniger steil ist. Darum muss man diese Liasschichten nicht als das Liegende der Synklinale S 4, sondern als zur Antiklinale A III gehörend auffassen. Die Überschiebung dieser Antiklinale A III auf die Synklinale S 4 zieht sich wahrscheinlich durch die Verflachung im Walde, wo das Anstehende aussetzt, also zwischen dem Mittellias-Aufschluss und dem höher gelegenen Bajocien-Aufschluss bei P. 896. Oberhalb P. 926 findet sich das Anstehende, speziell wenn man das Fallen und Streichen messen will, sehr ungenügend aufgeschlossen, nur im Bach sind die Aufschlüsse zuerst noch gut. Im Anfang des Seitenbaches in der Nähe von P. 926 ist schon in den Bajocien-Schichten ein Abdrehen in die Streichrichtung im Sinne von N nach E zu beobachten.

Dann findet sich an dem Grat oberhalb Crêt de la Ville der Lias auf Höhe 1150 m da, wo das Anstehende als Echinodermenbreccie ausgebildet, beginnt; da diese Echinodermenbreccie den tiefsten Teil des hier vorkommenden Lias, also das obere Sinémurien darstellt und die Schichten ziemlich stark nach SE einfallen, so muss man annehmen, dass hier eine mehr oder weniger plötzliche Verdoppelung der Antiklinale durch Schuppenbildung stattgefunden habe. Um so mehr wird man zu dieser Auffassung gedrängt, als an der Albeuve bei 970 m Liasfelsen vorkommen, direkt am Bach aus Echinodermenbreccie, höher oben aus Mittlerem Lias bestehend; man findet also zwischen dieser Echinodermenbreccie und derjenigen bei Crêt de la Ville eine bedeutende Masse von Mittellias vor. Dass die Echinodermenbreccie an der Albeuve wirklich oberes Sinémurien darstellt (welches in dieser Zone, wie im stratigraphischen Teil beschrieben, auf das Rhät transgrediert), wird durch das Vorkommen von schwach nach NW einfallendem Dolomit, nur wenig höher am linken Bachufer bei 960 m bewiesen. Diese Schuppenbildung wird es gewesen sein, welche das eigenartige Fallen in den Bajocien-Schichten im Seitenbach der Albeuve nördlich Crêt de la Ville in der Höhe 1005 m veranlasste. Sie gehören der vorgelagerten Synklinale S 4 an und wurden nach N gedrückt. Das Fallen der Schichten beträgt hier speziell 50° SW.

In dem Bach oberhalb Chaux-dessous ist die zweite Schuppe bis in die Trias aufgeschlossen, bis zu 1240 m hinauf findet man Rauhwaacke. Bei 1250 m fängt der Dolomit an, steil nach SE fallend; in der Höhe 1290 m findet sich die Echinodermenbreccie des oberen Sinémurien, über deren Schichten der Bach hinunterstürzt. Der Dolomit streicht unten am Wasserfall N 45° E und ist senkrecht gelagert. Das Rhät ist hier vom Dolomit überschoben,

wie überhaupt der Kontakt Echinodermenbreccie-Dolomit einen stark gestörten Eindruck macht.

Das Ausmass der Überschiebung der beiden Schuppen übereinander scheint nach SW eher abzunehmen; der zwischen dem Triaskern der beiden Schuppen gelagerte Lias ist fast nicht mehr nachweisbar, d. h. er macht sich wenigstens im topographischen Sinne nicht mehr bemerkbar, was, trotzdem das Terrain stark von Moräne bedeckt ist, sonst doch wohl noch an einigen Stellen möglich sein dürfte. Wo die NE-Flanke der Antiklinale A III die Albeuve quert, findet man bei der Brücke ungefähr in der Höhe 1026 m den schon beschriebenen Kontakt Trias-Lias. Das Fallen der Schichten beträgt hier 40° NE (siehe stratigraphischer Teil). Die NE-Flanke der Antiklinale dreht an der Albeuve plötzlich stark nach W ab. Man könnte annehmen, das Abbiegen der Triaszone — wie dies aus der Karte hervorgeht — würde nur durch die Oberflächenform bedingt, das trifft aber nicht zu; andernfalls müsste sich die Triaszone im Walde südlich Chaux-dessous mit dem Dolomitaufschluss im Bach W von Chaux-dessous vereinigen und dem ist nicht so.

Das so plötzliche starke Abdrehen der Triaszone nach W kam wahrscheinlich dadurch zustande, dass die SE-Flanke der Antiklinale A III zugleich mit dem Abdrehen ihrer Streichrichtung als EW-streichende Schuppe in der Richtung S-N gegen ihre eigene Fortsetzung, die ungefähr N 45° E streicht, hinaufgedrückt wurde.

Die Dolomitzone im Walde Chaux-dessous lässt sich mit Unterbrechungen bis direkt östlich der Zahl 1424 bei les Clefs d'en Haut verfolgen. Der Dolomit grenzt hier gegen E an westlich streichende Lias-Schichten (Echinodermenbreccie). Weiter westlich taucht diese Triaszone unter die Lias-Schichten unter. Die Liasschichten, welche die NW-Seite dieses Gewölbes bilden, findet man im Wald SW Haut de la Joux in der Höhe 1420 m, 45° : N 30° W fallend, aufgeschlossen. Auch aus dieser Fallrichtung geht die Existenz der oben beschriebenen auf die Seite gedrückten Schuppe hervor, fallen doch die direkt nördlich dieser Stelle gelagerten Bajocien-Schichten bei der neuen Hütte von Clefs d'en Haut fast genau nach W.

Auch die beiden Gipstrichter am Waldesrand südlich Chaux-dessous, wovon der eine, im Sommer immer mit Wasser gefüllt, auf der Karte als kleiner See eingetragen ist, lassen sich so nahe der Flanke der Antiklinale nur durch diese quer hinaufgeschobene Schuppe erklären.

Wo die Antiklinale A III die Albeuve quert, lässt sich schon ein Anfang von Schuppung in den Mittellias-Schichten

dieser Antiklinalflanke beobachten. Diese Schuppung tritt dann auch im Walde S von Chaux-dessous stärker hervor; oberhalb der Dolomitzone trifft man noch eine zweite an, die sich nur wenig oberhalb der tieferen Zone auch ungefähr von E nach W hinzieht. Diese zweite Zone taucht unter an der S-Grenze des Waldes, südlich der „4“ in 1424 unter die Lias-schichten. Man findet hier nur sehr wenig Dolomit, anstossend an Echinodermenbreccie des oberen Sinémurien. Die Streichrichtung dieser Echinodermenbreccie ist wahrscheinlich N 80° E, das Fallen steil nach S.

Die Aufschlüsse in dem Bach, welcher NW von Haut de la Joux hinuntergeht, sind leider sehr spärlich, sodass man da von der hier beschriebenen Tektonik nur sehr wenig sehen kann. Man findet bei 1380 m die Echinodermenbreccie, welche schwach nach SE einfällt, überlagert von Pliensbachien. Unterhalb von ihr ist das Anstehende von Schutt bedeckt, nur im Walde abseits fand ich einige Dolomitstücke. Diese Echinodermenbreccie gehört zu der höheren Schuppe. Dann findet sich bei 1320 m im Bachbett wiederum Echinodermenbreccie anstehend; sie stellt das Hangende der tieferen Dolomitzone dar. Bei 1280 m zeigt sich nochmals anstehendes Gestein (Lias oder Rhät?), aber so stark gequetscht, dass man daraus keine Schlüsse ziehen kann.

Aus dem Gesagten folgt wiederum, dass zwei Zonen von Echinodermenbreccie in verhältnismässig grossem Zwischenraum den Bach queren; die beiden aufschlusslosen Partien unter diesen Echinodermenbreccienzügen entsprechen wohl den Stellen, wo die Trias den Bach quert.

Da, wo die Zahl 1503 W, Haut de la Joux auf der Karte steht, geht in EW-Richtung eine Verwerfung durch, welche sich an den hier flach nach W fallenden Schichten speziell im höheren Teil des Hanges gut beobachten lässt.

Die Bajocienschichten E 1536 sind, wie schon im stratigraphischen Teil angegeben, stark geschuppt.

Im Walde von les Devins ist das Anstehende nur sehr mangelhaft aufgeschlossen; die Trias ist hier überall von Lias überlagert und tritt erst wieder W von Plan Francey in der Höhe 1360 m anstehend auf. Man findet hier Dolomit, von Pliensbachien überlagert, unten an eine Bank Echinodermenbreccie anstossend. Man muss hier, obwohl der Unterlias von 1420 m an aufwärts an Schutt grenzt, nach dem Vorkommen des Bajocien, da, wo der Weg Clefs d'en Bas-Petit Plané in den Wald eintritt, sowie nach dem Bajocienvorkommen in der Höhe 1440 m im Bach, direkt östlich von Petit Plané, annehmen,

dass der Mittellias nur bis ungefähr 1420 m hinaufreicht und also die Bajocienschichten gegen die Liasschichten hinaufgedrückt wurden, ähnlich wie in der Synklinale S 2 bei Pétère-La Sallaz.

Direkt östlich von Petit-Plané geht eine Verwerfung durch den Bach. Hier reichen die Bajocien-Schichten an der rechten Bachseite bis 1440 m hinunter, die Schichten des Mittellias auf der linken Bachseite bis 1480 m direkt unter Petit-Plané. Es handelt sich da nicht um eine einfache Verwerfung, das geht aus folgenden Betrachtungen hervor:

Die Hütte von Petit-Plané steht noch auf Oberlias-Schichten, doch findet man unmittelbar nördlich, wo der Hang anfängt, schwach nach SW einfallende Mittellias-Schichten; mehr nach SW zu nimmt der Fallwinkel rasch zu: die Lias-Schichten bilden hier ein Gewölbe. Diese Gewölbebildung ist — wie dies schon an anderer Stelle beschrieben wurde — Schuld daran, dass sowohl die Liasschichten als ihr Hangendes emporgedrückt wurden; da aber die NE gelagerte Partie die Gewölbebildung nicht mitmachte, entstand die oben erwähnte Verwerfung. Das Liasgewölbe von Petit-Plané sinkt nach SW zu allmählich ab und tritt erst im Walde unterhalb Teysachaux-dessus wieder hervor.

Die tonigen schwarzen Mergel mit rostbraunen Kalkknollen, die am Rücken oberhalb Gros-Plané in der Höhe 1400 bis 1415 m hervortreten, sind — wie im stratigraphischen Teil angegeben wurde — ins unterste Aalénien zu stellen, das beweist das Vorkommen des *Lioceras opaliniforme* Buckm. Diese Tone grenzen oberhalb Gros-Plané an Oberliaskalke, welche ihr Liegendes darstellen und hier das Gewölbe der Antiklinale A III bilden. Diese Antiklinale ist hier etwas weniger weit nach NW vorgeschoben als bei Petit-Plané. Die gleichen Schichten finden sich auch in einem ganz kleinen Aufschluss am Seitenbach des Ruisseau de Mormotey, welcher in der Höhe 1338 m abzweigt, in der Höhe 1415 m.

Diese Knollen führenden Tone bilden hier überall die Scheitelschichten der Antiklinale A III, sind also verhältnismässig flach gelagert; so lässt sich wohl ihr öfteres Vorkommen an verschiedenen Aufschlüssen in der Umgebung erklären, findet man die Schichten doch auch bei Mormotey und W von P. 1464 wieder.

Nördlich der Hütte Mormotey geht der Ruisseau de Mormotey hinunter; in ihm ist zwischen 1430 und 1460 m das Callovien aufgeschlossen. Im oberen Teile fallen diese Schichten mit 45° nach SE, im unteren steiler. Unmittelbar oberhalb der

Stelle, wo der Bach den Weg quert, lagert eine nur wenig mächtige emporgedrückte Bathonienmasse, die steiler einfällt und an den oben erwähnten schwarzen tonigen Mergel mit rostbraunen Kalkknollen des oberen Toarcien anstösst. Wenn man bedenkt, dass der Schub im ganzen Gebiete von SE nach NW gerichtet war, so kann es sich nicht um eine Überschiebung handeln, da hier Höheres auf Tieferes überschoben ist. Bei einer Überschiebung ist aber gerade das Umgekehrte der Fall. Man muss also annehmen, dass die Toarcien-Schichten, die zu den oben genannten Liasgewölben gehören, emporgedrückt wurden und so, das geht aus dem Profil von Treméttaz-dessus hervor, mit den Bathonien-Schichten in anormalen Kontakt gerieten.

Ähnliches findet man auch direkt SE der abgebrannten Hütte 1417 m, nur ist hier das Bathonien etwas mächtiger.

Verfolgt man die gleiche Zone nach SW, so gewahrt man — wie schon oben gesagt wurde — die Fortsetzung des Liasgewölbes von Petit-Plané im Walde unterhalb Teysachaux-dessus. In der oberen Partie des nördlichsten Baches von Tey-sachaux ist das Pliensbachien anstehend, mit Fallen 30° : N 35° W. Bei 1470 m Höhe grenzt es nach oben an eine kleine Zone mit gestörten mergeligen Schichten, die ihrerseits unmittelbar von schwach SE fallenden Bathonien-Schichten überlagert werden. Man muss annehmen, die Bathonienschichten seien hier bis an die Vorderseite des Gewölbes vorgedrückt worden, so dass die flachen Schichten im Scheitel des Gewölbes nicht beobachtet werden können. Besser kann man diese Verringerung des Fallens im Scheitel des Gewölbes im oberen Teil des südlichen Baches von Teysachaux sehen.

Bei 1320 m findet sich Pliensbachien in senkrechter Stellung N 45° E streichend. Die Schichten sind weiter oben im Bache wiederholt stark gestört, doch lässt sich gut beobachten, dass das Fallen allmählich abnimmt. Es beträgt bei 1372 m: N 45° W 40° .

Zwischen 1380 und 1400 m ist das Fallen nur noch schwach: 20° nach NW. Dieses Fallen bleibt ungefähr nach oben zu bestehen.

Bei 1460 m liegen den harten Kalken des Mittellias flach gelagerte, mergelig-sandige Kalke auf, die nur wenig weiter oben an schwach nach S ansteigendes Bathonien grenzen.

Nach unten zu grenzen in diesem Bach die Mittellias-Schichten direkt an das mittlere Toarcien (Horizont des *Hildoceras bifrons*). Eine kleine Überschiebung ist hier also schon vorhanden. Wenn ich diese Überschiebung in den durchgehenden Profilen stärker hervortreten liess, so bin ich mir wohl

bewusst, dass man vielleicht auch ohne Überschiebung „auskommen“ könnte. Aber ich glaube, in einem so stark geschuppten Gebiet an der Stelle, wo man die Überschiebung wegen des Fehlens von Aufschlüssen nicht nachweisen kann, nicht plötzlich überkippte Falten annehmen zu müssen, um so mehr, als das betreffende Mittellias-Gewölbe vor dem Moléson in die Tiefe und zugleich nach vorne gepresst wurde.

Im Walde westlich Petit-Mology findet sich Anstehendes sehr schlecht aufgeschlossen; im höheren Teil nur Mittellias, und den im stratigraphischen Teil besprochenen Trias-Aufschluss im Bache, unmittelbar nördlich der oben genannten Hütte. Der Hang dieses Waldes streicht durchwegs N 55° E, aber man findet unweit nördlich von dem oben genannten Bach ein eigenartiges örtliches Abbiegen; der Hang knickt hier plötzlich von N nach S um, wie es auch deutlich auf der Karte angegeben ist.

Vergleicht man das Profil, das durch Teysachaux-dessous geht, mit demjenigen durch les Pueys, so sieht man, dass das Ausmass der Überschiebung der Schuppe III auf die Synklinale 4 hier ziemlich plötzlich stark abgenommen hat. Die Erklärung liegt wohl darin, dass, während die E-Flanke der Synklinale S 4 bei dem mehr SE Profil weniger nach NW vorgepresst worden ist, die Antiklinale A III sich in beiden Profilen fast gleich weit nach NW bewegt hat; dadurch ist der Grad der Überschiebung im Profil von Teysachaux-dessous viel geringer als in demjenigen von les Pueys. Damit tritt dann im letztgenannten Profil zugleich das Umbiegen der Schichten im Scheitel der Antiklinale A III viel deutlicher hervor. Hier wurde ein überschobenes Gewölbe gebildet, das unmittelbar ein Herabsinken der Überschiebungslinie bedingte. Beides erklärt denn auch von selbst das eigenartige Abdrehen in der Streichrichtung des Hanges.

Die *Synklinalzone S 4* beginnt nördlich Gruyères und setzt sich von da unter Abbiegung der Bajocien-Schichten, aus denen sie besteht, nach NE, wie schon bei der Beschreibung der Antiklinale A III angegeben, von westlich Pringy bis nördlich La Loup fort; von da an ist diese Synklinale — man ersieht es aus der Karte — erst wieder bei La Caudraz aufgeschlossen: die Bajocien-Schichten sind zum Teil von Moräne bedeckt, zum Teil hier an der Vorderseite der Decke wohl nicht mehr vorhanden. Bei La Caudraz ist das Aalénien sehr steil gelagert; Streichrichtung ungefähr N 30° E.

In der Fortsetzung dieser Antiklinale nach SW ist die Lagerung der Schichten meistens sehr unregelmässig; man kann sie sehr schön am Weg l'Areynaz-Proveytaz-d'Amont beobachten. Unmittelbar hinter l'Areynaz ist das Fallen ungefähr 80°:

N 68° W (Höhe 100 m). Weiter oben beträgt es 50°: N 60° W, bei 1010 m 40°: N 20° W; dieses letzte Verhältnis betrifft schon die Schichten des Horizontes der *Ludwigia concava* Sow. (siehe stratigraphischer Teil). Hier findet also eine Drehung der Streichrichtung von N 20° E nach N 70° E statt. Höher oben ist das Streichen immer noch sehr unregelmässig; der Synklinal-kern liegt südlich Areynaz, das geht aus dem Vorkommen der Bathonien-Schichten oben im Bois d'Albeuve hervor. Weiter nach W zu ist dann das Anstehende dieser Synklinale stellenweise stark von Moräne bedeckt. Da wo der Weg in Höhe 1070 m der Waldgrenze folgt, fällt das Aalénien mit 55°: N 175° E ein; die Streichrichtung ist also hier fast E-W. Man kann im Allgemeinen das Abdrehen der Schichten nach W sehr gut beobachten, bis das Anstehende von Moräne und verschwemmtem Flysch verdeckt ist.

Die Bajocien-Schichten stehen erst in der Einsenkung zwischen Clefs d'en Bas und Chaux-dessus wieder an. Bei Clefs d'en Bas grenzen die Bajocien- resp. Oberlias-Schichten direkt an die Rauhwacke, die den Kontakt der Decke mit dem Flysch bildet. Nur auf eine kleine Strecke tritt zwischen sie und die Bajocien-Oberlias-Schichten die Echinodermenbreccie, überlagert von nur wenig Pliensbachien.

Weiter SE, bei Clefs d'en Haut, ist die Lias-Schuppe der Antiklinale A III quer auf die Bajocien-Schichten hinaufgepresst, ich habe dies schon bei der Beschreibung dieser Antiklinale erwähnt.

Im Walde „Les Devins“ sind die Bajocien-Schichten sehr schlecht aufgeschlossen. Unter dem Mittellias-Felsen von Petit-Plané liegt das Anstehende unter Schutt. Wie überall in den Wäldern meines Gebietes ist auch bei Petit-Plané unterhalb dem Weg, der von dieser Hütte nach Gros-Plané führt, im Walde das Anstehende wenigstens im tieferen Teil sehr schlecht aufgeschlossen. Die Profile zeigen, dass hier die Antiklinale A III fast bis an die Grenze der Decke auf die Synklinale S 4 überschoben ist. Letztere tritt dann erst viel weiter im SW bei Mor-motey wieder hervor.

Am besten ist diese Zone im Bache westlich Le Villard aufgeschlossen. Das Fallen beträgt hier in der oberen Partie 60°: N 125° E, in der unteren ist es etwas weniger steil. Der Bach schliesst grösstenteils die Aalénien-Schicht auf; die grosse Mächtigkeit dieses Horizontes erklärt sich daraus, dass es sich hier um eine nur bis ins Aalénien hinaufreichende Synklinale handelt, dadurch erhält man fast die doppelte Mächtigkeit. Im unteren Teil des Baches ist auch das Toarcien aufgeschlossen,

angrenzend an die Mittellias-Schichten, welche den Rücken von Le Vilou bilden.

Nach SW zu ist diese Synklinalzone zum Teil durch Moräne verdeckt; ihre SE-Partie ist in den Bächen bei Teysachaux und Les Pueys aufgeschlossen.

Besser ist diese Synklinale ausserdem noch in der Schlucht der Veveyse aufgeschlossen, wo unterhalb des grossen Wasserfalles, bei 1145 m. die Mittellias-Schichten an das Toarcien grenzen, und weiter unten kommt zwischen 1075 und 1130 m das Aalénien in gleicher Lagerung wie unterhalb le Villard zutage.

Die *Antiklinale A IV* setzt im NE-Teil des Gebietes erst im Walde von la Caudraz ein und besteht hier — wie schon im stratigraphischen Teil angeführt wurde — aus Dolomit, überlagert von Echinodermenbreccie des obersten Sinémurien, welches nach oben zu direkt an Pliensbachein grenzt. Ferner begegnet man dieser Antiklinale unter ähnlichen Verhältnissen nur noch am Rücken von le Vilou.

Hier möchte ich nun die Besprechung der Grenze der Decke mit dem unterliegenden Flysch anknüpfen. Ich habe diese Grenze bei der Besprechung der Gipsgruben von Pringy sowie der Malmklippe von Epagny (im NE-Teil des Gebietes) zum Teil schon behandelt. Bei Montbarry finden sich die, auch schon erwähnten, Kreideschollen, während mehr W mehrere Gips-trichter auftreten. An der Oberfläche steht der gipsige Mergel hier nirgends an. Im obern Teil des Ruisseau du Saugy grenzt das Aalénien an eine Moränenablagerung des Saanegletschers, welche die in Rede stehende Grenze verdeckt, ausgenommen im kleinen Wäldchen nördlich von „le“ des Namens le Mont. Dort ist sie durch ein kleines Rauhwackevorkommen markiert. Der Hügel 961 m in unmittelbarer Nähe besteht nur aus Flysch; im NW-Hange der Böschung W Caudraz grenzt der Lias der Antiklinale A IV direkt an Moräne; höher oben, bei Frassy, ist der Kontakt der Decke mit der Flyschunterlage verdeckt. Bei la Blancharda kommt wiederum ein kleiner Rauhwackeaufschluss vor. Weiter SW ist dann der Kontakt abermals von Moräne bedeckt. Erst in der Wiese NE von Clefs d'en Bas, wird sie wieder durch Rauhwacke markiert; sie grenzt hier nach SE zuerst an Flysch-, dann an Toarcien-Schichten. Der hier vorkommende Flysch macht, wie fast überall, einen stark gestörten Eindruck. Die Verwitterungsschuttbedeckung verhüllt fast überall den Flysch sowie die unmittelbar darüberliegenden Sedimente. Nur an einer kleinen Stelle südlich von Clefs d'en Bas sieht man zwischen der Rauhwacke und dem mergeligen Kalke des Toarcien

die Echinodermenbreccie des oberen Sinémurien, sie ist überlagert von Moräne.

Die Wanne des kleinen Seeleins bei Clefs d'en Bas muss wohl als Gipstrichter aufgefasst werden. Aus dem Kontakt Toarcien/Rauhwanke bei Clefs d'en Bas ergibt sich, dass die Decke hier mit einer sehr steilen Überschiebungsfläche gegen den Flysch abschliesst. Diese wurde durch eine Erhebung bedingt, die schon vor der Überschiebung der Decke existierte und gegen welche auch hier der Gips ähnlich wie bei Pringy zusammengeschürft wurde.

Im Walde von les Devins sind die Aufschlüsse sehr dürftig, doch kann man aber auch hier die Rauhwanke, welche den Kontakt der Decke mit dem Flysch andeutet, stellenweise nachweisen. Von da ab bis zu dem Gipsvorkommen unterhalb Petit-Plané ist die Grenze von Moräne verdeckt. An letztgenannter Stelle geht die Rauhwanke SE des Gipslayers durch und findet sich inmitten der mergeligen Kalke des Toarcien-Bajociens, welche die Grube ganz umlagern und nach SW zu an die am meisten SE gelagerte Klippe von Les Joux grenzen. Auch hier kommt der Gips an einer Stelle vor, wo beim Vorwärtswegen der Decke ein Hindernis lag.

Die Klippen von la Joux bestehen hauptsächlich aus Malm. GAGNEBIN hat in (Lit. 7) die am meisten NW gelagerte Klippe behandelt. Er konstatierte an ihrem NE-Ende, von SE nach NW: Wangschiefer, anstossend an Argovienschichten der „Préalpes médianes“, dann fossilführende Callovien-Bathonien-schichten, die ihrerseits nach NW zu mit einer kleinen Masse nummulitischer Breccie der „Préalpes externes“ in Kontakt sind. Die südöstlichste Klippe liegt der Gipsgrube am nächsten und besteht nur aus Malm. In der Nähe der Klippen gibt es noch viele kleinere Vorkommen von Dislocationsbreccien.

Die Gipszone lässt sich von hier nach W bis in die Nähe von Gros-Plané verfolgen; man beobachtet mehrere kleine Gipstrichter, meistens von Rauhwanke umgeben. Das kleine Seelein unter Gros-Plané ist wohl auch am besten als Gipstrichter aufzufassen.

NW Gros-Plané gibt es noch einige kleinere Klippen von Lias-Echinodermenbreccie und bei P. 1456 ein kleines Oxfordien-Argovienvorkommen. Weiter nach SW zu bis in den Wald von la Joux de Riaz ist die Grenze wieder von Lokalmoräne verdeckt. Auf dem Rücken, der von da nach NW hinunterzieht, grenzt in der Höhe 1370 m, Dolomit an Wallmoräne, etwas weiter SW tritt dann unter dem Dolomit die Rauhwanke wieder auf. An der W-Seite des Waldes von le Vilou ist die Grenze,

wenn nicht örtlich von Schutt verdeckt, wieder gut zu verfolgen; sehr schön z. B. direkt W von „sur le Vilou“, wo die Decke hoch über den vorgelagerten Flysch hervorragt. Noch mehr SW verdeckt die Moräne — für das Gebiet der Karte — endgültig die Kontaktgrenze.

2. Allgemeine Bemerkungen zum tektonischen Teil. Schlussfolgerungen.

Ich bin mir, wie schon oben angedeutet, wohl bewusst, dass meine Auffassung, der konsequenten Annahme von Schuppenstruktur, der Tektonik unseres Gebietes wegen auf manchen Widerstand stossen werden. Ich glaube aber, dass, in Betracht der Tatsache, dass die Schuppung an so vielen Stellen deutlich nachzuweisen ist, diese als das leitende Prinzip der Tektonik zu gelten hat. Besonders weil es sich um eine vorwärtsbewegte randliche Deckmasse handelt, bestehend aus einem tieferen Teil, auf dem ein 200 m mächtiger, stark widerstandsfähiger Schichtenkomplex ruht, überlagert von einer fast dreimal so mächtigen, viel mergeligeren Schichtmasse, die ihrerseits nach oben zu wieder mehr widerstandsfähige Schichten (Malmkalke) trägt. Auf den Malmkalken liegt dann Kreide und Flysch. Diese sind wieder von geschmeidigen Schichten überlagert.

Es ist in unserem Ausschnitt der Préalpes wohl sicher, dass bei Fortbewegung der Masse der Gips als Gleitmasse wirkte, zugleich mit den Flyschschiefern. Am starren Komplex der Dolo- mit-Lias-Schichten, der über der minder starren Gips-Rauh- wacke-Zone liegt, musste sich der Widerstand gegen die Vorwärtsbewegung immer am stärksten äussern; insbesondere in der am meisten nach vorne gelagerten Partie der Decke. Wohl darum findet man hier, wo die Wirkung am grössten war (d. h. eben im vorderen Teil der Decke) Schuppung; da wo die Wirkung geringer war (im rückwärts gelegenen Teil) Faltung. Die Liasschichten wurden durch die Gesamtwirkung des Widerstandes an der Vorderseite und durch Aufpressung an der Rückseite (durch ihr eigenes Gewicht oder durch die Helvetische Decke) erst gefaltet und dann durch nachwirkenden Druck geschuppt, sie wurden dabei in die mergeligen höheren Schichten eingepresst oder das Hangende machte die Schuppung mit. Die mergeligen Kalke im Hangenden wurden in sich geschuppt, indem sie von der mehr SE folgenden Überschiebungsfalte vorgepresst wurden, während die weicheren Schichten gefaltet und verdickt oder akkumuliert wurden.

Da auf die tieferen Schichten (Dolomit-Lias) die stärkste Wirkung ausgeübt wurde, glichen die höher gelagerten mergeligen Schichten diese Wirkung mehr oder weniger aus (wie die Federn eines Wagens); daraus folgt, dass die Störungen in den Dogger-Malm-Schichten viel geringer sind.

Dass die Kreideschichten eine stark gestörte Lage aufweisen, ist ihrer Gesteinsbeschaffenheit nach selbstverständlich; schon die einzelnen Bänke sind überall wellig gebogen.

Ich habe in meinen Profilen die kleinen Fältelungen und Störungen der Einfachheit wegen nicht eingetragen, wie vielfach üblich ist. Es wäre übrigens ihrer Kleinheit wegen kaum möglich gewesen. Ich glaubte nur die Hauptlinien angeben zu müssen, so wie ich sie aus den öfters mangelhaften Aufschlüssen ableiten konnte. Jedenfalls kommen hier unendlich viel kleinere und grössere Verwerfungen und Lokalüberschiebungen, neben den Hauptstörungen vor, entstanden bei der Vorwärtsbewegung und besonders bei der darauffolgenden Sackung beim Zur-Ruhe-Kommen der Überschiebungsmasse. Die Préalpes legten ja den längsten und höchst gelegenen Weg über die Alpen zurück. Man kann diese Nebenstörungen aber in einem mangelhaft aufgeschlossenen Gebiet unmöglich alle verfolgen; es ist nur möglich festzustellen, dass solche fast überall vorkommen — also auch da, wo Schutt die Oberfläche bedeckt.

Als Vermutung sei noch erwähnt, dass das Gebiet, wohl schon bevor die tektonischen Bewegungen ganz aufgehört hatten, mehr oder weniger durch die Erosion bearbeitet und mehr oder weniger abgetragen war. Die Tektonik macht nämlich stark den Eindruck, als habe ein Moléson-Klotz von gewaltigeren Dimensionen als der jetzige die Entwicklung der Lokaldislokation beeinflusst, ohne die ursprünglich angebahnten tektonischen Hauptformen zu verwischen. Soweit sie von den früheren Beobachtungen abweichen, fasse ich die wichtigsten tektonischen Resultate meiner Untersuchungen wie folgt zusammen:

1. Feststellung des geschuppten Charakters des Gebietes.
2. Nachweis, dass die Antiklinalzone der Vudallaz sich nach NE nicht in die Antiklinale von Pair au Boeuf-Gros-Mology fortsetzt, sondern in das Gewölbe von Charouda-dessus unter den Vanil Blanc.
3. Trennung der Synklinale des Moléson von der mehr NW vorgelagerten, durch die Antiklinale Gruyères-le Morgeron-les Chaux-Petit Plané-Petit Mology und damit Nachweis einer Synklinale NW des Moléson.

4. Konstatierung der Querschuppung von Chaux-dessus.
5. Nachweis der Blattverschiebung von Pringy.

III. Eiszeitliche Vergletscherung des Gebietes.

F. NUSSBAUM hat im Jahr 1906 eine sehr ausführliche Arbeit (Lit. 21) über die eiszeitliche Vergletscherung des Saane-Gebietes publiziert. Ich glaube mich daher auf eine kurz zusammenfassende Besprechung beschränken zu können und will nur die Stellen besonders erwähnen, wo meine Beobachtungen mit den seinigen nicht übereinstimmen.

Es sind dreierlei Gletscher, die ihre Moränen in dem von mir untersuchten Gebiet abgelagert haben:

1. der Saane-Gletscher,
2. der Rhone-Gletscher,
3. Lokal-Gletscher.

1. Moränen des Saane-Gletschers.

Die Moränenablagerungen des Saane-Gletschers finden sich nur in den Seitentälern des Saanetales, im Haupttal sind die Moränen wegen der Steilheit der Hänge überall wieder abgetragen.

Das Tälchen der Marivue oberhalb Albeuve ist stellenweise bis zu 1230 m mit Moränen des Saane-Gletschers ausgefüllt. Ein grosser Teil dieser Moränenablagerungen ist natürlich schon weggewaschen: das beweisen die an den Hängen vorkommenden vereinzeltten Blöcke von Etivaz-Breccie und Taveyannaz-Sandstein. Die höchsten erratischen Gesteine fand ich bei 1290 m, also bedeutend niedriger als NUSSBAUM angibt (1340 m). Bemerkenswert ist die bedeutende Ausdehnung von Saanegletschergrundmoräne, bedeckt mit erratischen Blöcken im Talbecken von Erbivues, dem oberen Teil des Marivuetales, am Fusse des Moléson. Der Saanegletscher hat also hier den Molésongletscher vollständig zurückgedrängt (vgl. Lit. 26.).

In dem Tälchen des Ruisseau des Praz oberhalb Grandvillard fand ich Moränen des Saane-Gletschers als zusammenhängende Ablagerung bis 1350 m. Auf der S-Seite, östlich von Orausa-derrey bis 1340 m, sind ausgeprägte Wallmoränen erhalten. Auf der N-Seite ist dieser Wall schon zum grössten Teil abgetragen und erstreckt sich nur bis auf 1280 m. Diese Wallmoräne muss in einer Rückzugsphase des Saanegletschers abgelagert worden sein. Erratische Blöcke gehen an der S-Seite des Tälchens bis 1350 m hinauf, nach NUSSBAUM nur bis 1280 m. Den Verlauf des Moränenwalles hat er hier ganz anders

angegeben, als ich (siehe Karte); der Wall umgibt nach ihm die ganze Moränenablagerung dem Hang nach. Im Hintergrund des Tälchens gibt es bei Moille noch einige schlecht aufgeschlossene Moränenwälle; es sind wahrscheinlich Lokalmoränen.

Im Afflon ist die Moräne im oberen Teil von Gehängeschutt überlagert und daher die Grenze nach oben zu verwischt. NUSSBAUM gibt hier Moräne an bis 1200 m, nach meiner Meinung geht er zu hoch.

Oberhalb Enney reicht eine Moränenablagerung in der Nähe von Les Esserts-d'Avaux ungefähr bis 1000 m hinauf. Bedeutend höher liegt die Moräne von Les Pontets; sie ist zuoberst als Wallmoräne abgelagert und reicht bis 1200 m hinauf. Hinter Les Pontets befindet sich noch ein kleiner Moränenrest NW von P. 1283, geht bis 1300 m hinauf. NUSSBAUM erwähnt hier nur das Vorkommen von Les Pontets.

Im Gebiet der Albeuve füllt eine zusammenhängende mächtige Moräne, das Tal bis 1180 m hinauf aus. In dem Seitenbach der Albeuve, der nördlich Crêt de la Ville in den Hauptbach mündet, erstreckt sich Moräne des Saanegletschers bis an die Stelle hinauf, wo eine mächtige Wallmoräne den Bach quert. Auf dieser Wallmoräne steht die Hütte Penny (1185 m). Direkt oberhalb findet sich noch ein zweiter Wall bei 1190 m. Die Höhe dieser Wallmoräne stimmt sehr gut mit derjenigen von Les Pontets überein. NUSSBAUM erwähnt im Tälchen der Albeuve Moräne bis 1180 m, doch fügt er hinzu: „Das ganze Tälchen war wohl bis 1200 m hinauf verbaut.“ Die Wallmoräne von Penny hat er nicht beobachtet.

Was nun die Schlussfolgerungen von NUSSBAUM anbetrifft, so findet er, dass der Saane-Gletscher durchschnittlich bis zu einer Höhe von 600 m über den Talboden typische Grundmoräne abgelagert hat. Dies würde also ergeben: für das Tälchen der Marivue bis 1345 m, für das Tälchen des Ruisseau des Praz bis 1335 m, für die Umgebung von Enney 1310, für das Tälchen der Albeuve 1300 m. Wie man sieht, stimmen diese Zahlen im allgemeinen sehr wenig mit den tatsächlichen Höhen überein, wohl deshalb, weil — wie schon gesagt — der höhere Teil der Moräne fast überall abgetragen ist. NUSSBAUM fand aber an der Dent de Broc am N-Abhang bei Grosses-Ciernes in 1300 m gekritzte und gerundete Kalke, welche er wegen des Fehlens einer Firnmulde und von Moränenwällen nicht einem Lokalgletscher zuschreiben wollte, so dass der Gletscher hier also nach ihm bis 600 m über den Talboden Moräne abgelagert hat. Dieses Ergebnis stimmt mit der von mir angegebenen höchsten Grenze der Moräne im Tälchen des Ruisseau des Praz oberhalb Villars-sous-Mont

überein. Auch dort liegt die oberste Moränengrenze 600 m über dem Talboden. Nach diesem Befund wäre dann der Moränenwall von Penny in einer Unterbrechung des Rückzuges des Saanegletschers zugleich mit der Wallmoräne von Les Pontets abgelagert worden.

Was das Alter dieser Moränenablagerungen betrifft, so stellt NUSSBAUM sie wohl mit Recht wegen des gut erhaltenen Zustandes ihres Gesteins zur Würm-Eiszeit.

Als wichtigste Leitgesteine, wodurch die Saane-Moräne sich von Lokal-Moränen unterscheidet, findet man:

Hornfluhbreccie,
Taveyannazsandstein,
Nummulitenkalk,
Etivazflyschbreccie.

Ich halte eine eingehende Beschreibung dieser Gesteine hier für überflüssig, sind sie doch schon mehrmals von SCHARDT, GILLIÉRON, RENEVIER u. a. und auch von NUSSBAUM wieder beschrieben worden.

2. Moräne des Rhone-Gletschers.

An der W- und S-Seite der Tremméttaz findet sich im Tälchen der Veveyse de Châtel Moränenablagerung des Rhone-Gletschers, welche hier, wie schon NUSSBAUM angibt, bis 1300 m hinaufgeht. Als Leitgestein ist hier ausser den Urgesteinen aus dem Wallis das Valorcine-Konglomerat zu betrachten.

3. Lokal-Moränen.

Die Lokalmoränen sind am Moléson-Tremméttaz an verschiedenen Stellen gut ausgebildet. Vom W-Abhang floss ein bedeutender Lokalgletscher, welcher aus den Nischen von Tremméttaz und Bonne-Fontaine herunterkam und sich („en Tremméttaz-dessous“) vereinigte, hinunter zum Trème-Bach. Beim Rücken im Walde „en La Joux de Riaz“ bildete dieser Lokalgletscher auf der S-Seite eine mächtige Seitenmoräne, während die Seitenmoräne an der N-Seite fast nicht mehr erhalten ist. In einer Rückzugsphase lagerte der Gletscher bei „le Cheval brûlé“ eine Stirnmoräne ab (1323 m). Höher oben trennen sich dann beide Gletscher. Zwischen 1400 und 1434 m, an der Stelle, wo auf der Karte, die jetzt abgebrannte Hütte 1417 angegeben ist, liegt eine Wallmoräne des Tremméttazgletschers; eine andere direkt nördlich Mormotey; zwischen beiden hindurch fliesst der nördlich Mormotey hinuntergehende Bach.

Die beiden kleinen Wallmoränen bei „en Tremméttaz-dessous“ gehören wohl zu dem Gletscher, welcher von Bonne-Fontaine

herunterkam, desgleichen die grosse Wallmoräne des Gros-Plané, welche bis 1400 m hinunterreicht. Auch hier findet sich innerhalb des grossen Walles ein kleinerer, der wohl in einer zweiten Rückzugsphase abgelagert wurde. Der Wall bei 1476 m ist als Überrest einer Stirn- moräne anzusehen. Auf der E-Seite des Berges liegt ein kleiner Moränenwall; er schliesst das Kar von Tzuatzaux-dessus in Halbkreisform nach unten zu ab, dicht bei der Hütte.

Was die oberhalb der Hütte Tzuatzaux-dessous sich befindlichen massenhaften grossen Kalkblöcke betrifft, so glaube ich NUSSBAUM beistimmen zu müssen, wenn er sie als Moränen eines Lokal- gletschers auffasst; allerdings ist die Sache im unteren Teil ziemlich unentschieden, dafür aber um so bestimmter im höheren Teil, wo die Blöcke in schlammigen Moränenschutt eingebettet sind.

Ein weiterer Lokal- Gletscher findet sich nordöstlich vom Moléson; auf seiner rechten Seitenmoräne steht die Hütte Petit-Moléson. Die Wallmoräne des Moléson à Baron wurde hier wohl am linken Ufer des Gletschers abgelagert; auch unterhalb Plan-Francey kommt ein kleiner Moränenwall vor, der jedenfalls diesem Gletscher angehört.

An der NE-Seite des Moléson findet man einen schönen Moränenwall, welcher bis 1420 m oberhalb Joux-devant hinaufgeht. Ferner einen kleineren Moränenrest dicht unterhalb Petit-Plané zwischen 1410 und 1435 m. An der S-Seite der Tremméttaz ist ausserdem noch eine kleine Lokalmoräne vorhanden; die Hütte Vuipay ist hier auf einer Wallmoräne erbaut. Dieses Vorkommen lässt sich wohl nur als Rest einer viel grösseren Moräne erklären, welche jetzt ganz abgetragen ist.

Von unterhalb Chalet incrota erstreckt sich eine Moränenablagerung nördlich Teysachaux-dessous bis 1210 m hinunter.

Zum Schluss sei noch die kleine Lokalmoräne nördlich der Vudallaz erwähnt; die Hütte Les Crosets steht auf ihrem Stirnwall.

Dieses letztere Vorkommen sowie das von Vuipay wurde von NUSSBAUM nicht angegeben.

4. Schotter.

Der Saane-Gletscher hat bei seinem Rückzug bedeutende Schottermassen im Saanetal abgelagert.

Die Schotter-Terrassen sind nördlich Albeuve im allgemeinen sehr schön entwickelt, aber doch, wo Wildbäche ins Haupttal einmünden, meistens von bedeutenden Bachschuttmassen überlagert. Ein solcher Schuttkegel wurde z. B. ober-

halb Albeuve von der Marivue abgelagert und reicht da bis 810 m hinauf. Nur wenig weiter nördlich von Neirivue beträgt die Höhe des Schotterfeldes 760 m. Zwischen den genannten Ortschaften findet sich die Terrasse nur am unteren Saaneufer, am rechten Ufer stehen direkt die Couches-rouges an.

Auch bei *Villars sous Mont* wird die Terrasse durch Bachschuttablagerungen überhöht. Sie liegt hier in einer Höhe von 745 m.

Die Saane hat sich eine Strecke weit in die Couches-rouges eingeschnitten, sodass diese Schichten beiderseits des Flusses als langgezogene Felsrücken aus der Terrasse hervorragen.

Sehr schön sind die Terrassen bei Grandvillard entwickelt; die Taouna hat hier einen grossen flachen Schuttkegel über die Terrasse ausgebreitet. Kleine Bäche haben sowohl südlich als nördlich des Dorfes kleine steile Schuttkegel aufgeschüttet, z. B. bei Combarimbou und bei Sassallaz. Es handelt sich in beiden Fällen um Bachrinnen, die nur im Frühjahr Wasser führen.

Sehr stark ist die Terrasse südlich Enney von Schutt des Afflon überhöht; auch westlich Prière am rechten Saaneufer ist bei le Chatelet die Terrasse von bedeutenden Schuttmassen überdeckt.

IV. Wasserführung; Quellen.

Die grosse Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Gesteine, namentlich der häufige Wechsel von mergeligen Horizonten mit kalkigen, bedingt den verhältnismässig bedeutenden Wasserreichtum des Gebietes. Ein einziger Blick auf die Karte mit ihren vielen grössern Wildbächen, deren Wasser grösstenteils der Saane zufliesst, gibt davon ein klares Bild. Nur der SE-Gebietsabschnitt ist der Veveyse tributär. Die oberflächliche Wasserscheide verläuft über P. 1497 Gros-Mology-Belle Chaux-Treméttazgipfel-P. 1464-P. 1427 nach Rathvel.

Der Klotz Moléson-Treméttaz stellt bezüglich seines Wasserhaushaltes eine Einheit für sich dar. Die durchlässigen, den Oberbau bildenden Neocom- und Malmschichten fallen ringsum nach dem Bergesinnern ein. Die mergeligen Argovien-Oxfordien- und Doggerschichten bilden deren undurchlässige Unterlage. An der Grenzfläche zwischen den beiden Schichtgruppen entspringen die Quellen.

Die ergiebigsten Quellen kommen an der W-Seite in den Knollenschichten und im Callovien, oberhalb Mormotey zutage und an der E-Seite im tiefern Teil dieser Schichten, oberhalb der Stelle, wo der Weg Tzuatzaux-dessous nach Tzuatzaux-

dessus die auf der Karte in 1530 m Höhe angegebene Rinne quert. Mehr gegen die untere Grenze des genannten Horizontes, wie auf der Karte bei Tzuatzaux-dessous angegeben, treten auch wieder Quellwässer aus. Die genannten Quellen fliessen sowohl im Winter, wie im Sommer; bei stärkerem Regenfall sind in ihrer Nähe noch mehrere grössere und kleinere Überflussquellen in Tätigkeit.

Die Quelle von Mormotey, 1480 m, zeigte am 20. Oktober 1891¹⁾: Temperatur 4°. Totalhärte: 12–13°. Quantität: 1000 bis 1500 Minuten-Liter (ML).

Eine Überflussquelle liegt 80 m über der Hauptquelle, N vom Fussweg nach Treméttaz-dessus.

Die Quelle von Tzuatzaux-dessous 1440 m: am 18. Januar 1898: Temperatur 5,8°, Totalhärte: 15° für die östliche Quelle. Für die mehr westlichen Quellen ergab sich im Mittel eine Temperatur von 6,5°, Totalhärte: 17°, Quantität: 600 ML.

Prof. SCHARDT berechnet den durchschnittlichen Ertrag der Moléson-Treméttaz-Quellen auf 3000 ML.

Oberfläche des Einzugsgebietes: $800 \times 2500 \text{ m} = 2,000,000 \text{ m}^2$.

Mittlere Regenhöhe: 1500 mm = 1500 L pro m^2 .

Jährl. Regenmenge: $2,000,000 \times 1500 \text{ L} = 3,000,000,000 \text{ L}$.

50% davon entfällt auf die Quellen, das sind: 150,000,000 L. pro Jahr, oder 2852 L. pro Minute, rund 3000 ML.

Das wird annähernd der Wirklichkeit entsprechen.

Quellen entspringen fast nur im mittleren Teil des Massivs über den undurchlässigen Schichten, weil diese nach dem Innern des Klotzes einfallen und hier, speziell an der Westseite die Oxford-Argovien-Schichten am tiefsten an die Oberfläche treten. Darum sind auch das N- und S-Ende des Berges sehr wasserarm. Im S haben die Hütten von Teysachaux-dessus und Vieille Chaux sozusagen kein Wasser; für Belle Chaux muss es mittelst eines Pulsometers hinaufgehoben werden. An der N-Seite besitzt Plan-Francey nur eine ganz kleine Quelle, sie tritt aus den Bathonien-Schichten heraus. Das Wasser für Petit- und Gros-Plané wird, wie mir mitgeteilt wurde, oben im Knollenhorizont gefasst.

Was die beiden Alpen oben auf dem Klotz betrifft, so hat Treméttaz-dessus, auf Malmschichten gelegen, keine Quellen (es wird dort Regenwasser gesammelt), wohl aber Bonne Fontaine, welche Hütte in der Neocommulde des Moléson steht. Die „Bonne Fontaine“ genannte Quelle selber ist nur wenig ergiebig und ergiesst sich in einen schmutzigen Tümpel. Auf

¹⁾ Nach Mitteilungen von Prof. H. Schardt.

der W-Seite des Treméttaz findet sich noch die an der Grenze von Schutt und Moräne hervortretende Quelle von Chalet incrota. Hier wurde beobachtet:

Am 14. Oktober 1891: Temperatur: 6,1°, Totalhärte: 13°, Quantität: 150 ML.

Die vielen Quellen und Brunnen, welche die Alphütten des Gebietes mit Wasser versorgen, will ich hier nicht einzeln behandeln; es ist meistens doch nicht möglich zu erfahren, wo das Wasser gefasst ist. Öfters wird es aus grösserer oder kleinerer Entfernung hergeleitet.

Eine kleinere Stromquelle von 1000—1500 ML entspringt oberhalb Enney, nördlich les Frassettes, in 860 m Höhe. Die senkrechten Mittellias-Schichten, unter der Hütte, umlagert von Schutt und Moräne, treten hier gewissermassen als Quellsammler- und -leiter auf. Die Quelle entspringt am Kontakt Lias-Rhät. Als man diese Quelle für die Wasserversorgung der Gemeinde Bulle fassen wollte, stellte sich heraus, dass sie stark von Ammoniak verunreinigt und bakteriologisch unrein ist. In Anbetracht der auf den Liasschichten stehenden Hütten ist das leicht erklärlich. An dieser Quelle wurde beobachtet:

am 26. Oktober 1891: Temperatur 4°, Totalhärte: 12–13°.

am 16. September 1915: Temperatur 9,2°, Totalhärte: 17°, Permanent Härte: 13°.

Eine sehr mächtige Stromquelle entspringt den Neocomschichten bei 789 m, oberhalb Neirivue. Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, dass ein grosser Teil dieses Wassers aus dem Hongrinbach stammt. Das Wasser dieser Quelle treibt die Turbine des kleinen Elektrizitätswerkes von Neirivue. Der Aufseher dieser Anlage teilte mir mit, dass ihm die Stelle im Hongrin bekannt sei, wo das Wasser unterirdisch durch einen auf der linken Seite des Felsbettes gelegenen Trichter abfliesst, um von da durch die klüftigen Neocomschichten in die etwas mehr als 5 km entfernte Neirivuequelle zu gelangen, deren Ertrag mit der Wassermenge des Hongrin wechselt. Der Trichter, durch welchen das Wasser des Hongrin abfliesst, befindet sich am Fuss einer Felswand in den Neocomschichten, in der Höhe von 1870 m am linken Ufer des Baches. Man kann ihn vom rechten Bachufer her erreichen, wenn man den Fahrweg oberhalb la Cergiaz, ungefähr 20 m bevor dieser aus dem Wald tritt, verlässt und ins Bachbett der sehr steilen Böschung entlang absteigt.

Ein Färbungsversuch, welchen Prof. SCHARDT mit mir im Frühjahr 1918 an dieser Stelle mit zwei Kilogramm Fluorescein ausführte, fiel negativ aus; das erklärt sich wohl daraus, dass

das Loch damals, während der Hochwasserperiode, nicht als Trichter, sondern als Quellmündung funktionierte, indem die grossen Wassermengen in den Neocomschichten der Synklinalflanke beide Öffnungen mit Wasser versorgten, eine Erscheinung, die auch bei andern Trichtern und Resurgenzquellen beobachtet wurde. Wenn dann nachher im Spätsommer die zufließenden Wassermengen abnehmen, fliesst wieder Hongrinwasser durch das existierende Kanalsystem der Quelle von Neirivue zu. Dass die Quelle von Neirivue wirklich mit dem Hongrin in Verbindung steht, geht aus folgenden Tatsachen hervor:

Als beim Bau der Montreux-Berner-Oberlandbahn viel Schutt vom W-Ufer ins Bachbett gelangte, ging die Wasserführung der Quelle von Neirivue stark zurück, weil der Trichter verstopft wurde. Man hat dann den Bach um den Trichter herumgeleitet, und das Loch von dem eingestürzten Schutt gesäubert. Obwohl die Eintrittsstelle klein ist, besteht innerhalb, kurz nach dem engen Eingang des Felsens, eine Vergrösserung des Kanals bis zur Grösse eines kleinen Zimmers. Während der Ableitung des Baches ging die Quelle so stark zurück, dass die Turbinen fast zu drehen aufhörten. Zwei Stunden nach Öffnung der Zufuhr soll dann die Wasserführung rasch wieder die normale geworden sein. An der Quelle von Neirivue wurde gemessen:

Am 15. Oktober 1890: Temperatur 7,5°, Totalhärte 21—22°.

Am 10. Oktober 1915: Temperatur 7,7°, Totalhärte 13°,
Permanent Härte 5,5°.

Ende März 1919: Temperatur 5°, Totalhärte 15,5°, Permanent-
härte 8°.

Im Molésongebiet finden sich grössere Wasserfassungen für die Gemeinden: Châtel-St. Denis und Gruyères.

Für Châtel St. Denis wurde das Wasser am Ufer der Veveyse-de-Châtel in 1200—1230 m Höhe gefasst, z. T. im Moränenschutt, meistens aber in anstehendem Fels: Triasschichten, bei den höhergelegenen Fassungen in Mittelliasschichten (mit ungefähr 45° SE Einfallen). In letzteren Schichten war die Wasserführung selbstverständlich äusserst gering; das zeigte sich auch in einem nicht als Quelfassung verwendeten kleinen Stollen.

Das Wasser für Gruyères wurde südlich von Crêt de la Ville gefasst. Die Wassermenge ist nicht sehr gross, die Quellen wurden wohl z. T. zu hoch gefasst, nämlich am Kontakt der Moräne mit den wasserdurchlässigen Mittellias-Schichten (eine solche Fassung findet sich z. B. direkt südlich des Rückens, der von Crêt de la Ville nach Chaux-dessus hinaufführt). Warum

man das Wasser gerade hier fasste, wo die Unterlage der Moräne aus durchlässigen Schichten besteht, und das Oberflächenwasser dazu noch stark durch das Vieh verunreinigt wird, ist nicht recht verständlich. Von der Fassung wird dann das Wasser dem grossen Reservoir zugeführt, welches in den harten Kieselkalken am Weg oberhalb der Brücke 847 über die Albeuve angelegt wurde.

Die Trinkwasserquellen von Montbarry sind am Waldrande gefasst und treten offenbar aus dem Unterlias auf. Bei folgenden drei in NS-Richtung aufeinanderfolgenden Quellfassungen fand Prof. SCHARDT am 3. April 1894:

a) Temperatur 8,2°, Totalhärte 21°, Permanent Härte 3°.

Trockenrückstand 0,245 Gr. pro L., Quantität 20 M. L.

b) Temperatur 6,5°, Totalhärte 28°, Permanent Härte 3°.

Trockenrückstand 0,2975 Gr. pro L., Quantität 8 M. L.

c) Temperatur 3°, Totalhärte 20°, Quantität 6 M. L.

Mehrere gipshaltige Quellen entspringen über dem Flysch aus der Trias, z. B. die früheren Quellen des Badhotels und des Landwirtschaftsgebäudes. Hier fand Prof. SCHARDT am 13. Oktober 1883:

a) Temperatur 9°, Totalhärte 90°, Permanent Härte 58°.

Trockenrückstand 1,315 Gr. pro L.

b) Temperatur 8,5°, Totalhärte 168°, Permanent Härte 128°.

Trockenrückstand 2,450 Gr. pro L.

c) Temperatur 8,5°, Totalhärte 88°, Permanent Härte 56°.

Die in Rauhwaacke gefasste *Schwefelquelle* von Montbarry (Bad) ist ebenfalls gipshaltig. Die Analyse von Herrn E. Schmidt in Montreux hat folgende chemische Zusammensetzung ergeben:

Ca SO ₄	. . .	0,8893	Gr. pro L.
Mg SO ₄	. . .	0,1687	„ „ „
K ₂ SO ₄	}	0,0627	„ „ „
Na ₂ SO ₄			
H ₂ Ca C ₂ O ₆	. .	0,4951	„ „ „
H ₂ Mg C ₂ O ₆	. .	0,0132	„ „ „
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃		0,0089	„ „ „
Si O ₂	. . .	0,0799	„ „ „
		Chloride Spuren	

Summe 1,7178 Gr. pro L.

Temperatur: 11° C.

Spez. Gew.: 1,0021.

H₂ S 2,2324 cbm. p. L.

N + O (Atm. Luft) 9,4338 „ „

C O₂ 15,5845 „ „

Im Schlamm findet sich: Fe S, Fe₂ O₃, Ca SO₄, Ca CO₃ und amorpher Schwefel.

Totalhärte: 122°.

Permanent Härte: 60°.

Diese Quellen gehören zu den stärksten schwefelhaltigen Wässern der Schweiz. Die wirksame Schwefelverbindung ist ausschliesslich H₂ S.

Literatur-Verzeichnis.

1. ERNEST FAVRE; Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. *Mém. soc. pal. Suisse*. Vol. III, 1876.

1a. ERNEST FAVRE: La zone à Ammonites acanthicus dans les alpes de la Suisse et de la Savoie. *Mém. soc. pal. Suisse*. Vol. VI, 1880.

2. ERNEST FAVRE: Le Massiv du Moléson. *Archives des sciences de la Bibl. Universelle*. Oct. 1870. T. XXXIX, p. 169.

3. ERNEST FAVRE et H. SCHARDT: Descr. géol. des préalpes du Canton de Vaud et du Chablais jusqu'à la Dranse et de la chaîne des Dents du Midi. *Mat. Carte géol. de la Suisse*. 22^{me} Livr. Berne. 1887.

4. C. v. FISCHER-OOSTER: Verschiedene geol. Mitt. über das Vorkommen einer Liaszone zwischen der Kette des Moléson und dem Niremont. *Mitt. Bern*. 1869.

5. C. v. FISCHER-OOSTER: Ichthyosaurus tenuirostris aus den Lias-schichten des westlichen Fusses des Moléson in den Freiburger Alpen. *Protozoa Helvetica*. 1870. II. 73.

6. E. GAGNEBIN: Les Klippes du Gros-Plané (Moléson). *Extrait d. Proc. verb. de la soc. Vaud. des Sciences nat.* 21 Nov. 1917.

7. E. GAGNEBIN: Encore sur les Klippes du Gros-Plané. *Extrait d. Proc. verb. de la soc. Vaud. des Sciences nat.* 4 Déc. 1918.

8. E. GAGNEBIN: Les lacunes du Lias inférieur entre Montreux et le Moléson. *Extrait d. Proc. verb. de la soc. Vaud. des Sciences nat.* 5 Juin 1918.

9. U. GRUBENMANN: Die natürlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz. *Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie*. 5. Liefg. 1915.

10. EMILE HAUG: Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. *Bull. du serv. de la Carte géol. de la France*. Tome III. 1891—1892.

11. EMILE HAUG: Traité de Géologie. Paris 1908—1911.

11a. G. HENNY: La géologie des environs de Montreux. *Bull. lab. géol. Lausanne*. No. 23. 1918.

12. W. v. HOLST-PELLEKAAN: Geologie der Gebirgsgruppe des Piz-Scopi. *Diss. Univ. Zürich*. 1913.

13. L. HORWITZ: Quelques résultats d'une levée géologique dans les Alpes Fribourgeoises. *Extrait des comptes rendus de la Société des Sciences de Varsovie*. 1913. 6^{me} Année. Fasc. 5.

(En polonais avec une traduction française.)

14. L. HORWITZ: Sur le Lias du massif des Bruns et de ses annexes (Alpes Fribourgeoises). *Extrait d. proc. verb. de la soc. Vaud. des Sciences nat.* 21 Janvier 1914.

15. L. HORWITZ: Plis anciens dans les Préalpes médianes. *Proc. verb. de la Soc. Vaud. des Sciences nat.* 30 Janv. 1918.
16. OTTO HUG: Beiträge zur Kenntnis der Lias- und Dogger-Ammoniten aus der Zone der Freiburgeralpen. I. Die Oberlias-Ammonitenfauna von les Pueys und Teysachaux am Moléson. *Abhdl. d. Schweiz. Pal. Ges.* Vol. XXV. 1898.
17. A. JEANNET: Monographie des Tours d'Aï. *Mat. Carte géol. de la Suisse.* N S. 34. Livr. 1912–13.
18. E. W. RITTER v. HOCHSTETTER: Die Klippe von St. Veit bei Wien. *Jahrbuch der K. K. Geol. R. A.* Bd. XLVII. 1897.
19. LEO KRIGE: Petrographische Untersuchungen im Val Piora und Umgebung. *Eclog. Geol. Helv.* Vol. XIV, Heft 5. 1918.
20. P. LORY: Recherches sur le Jurassique moyen entre Grenoble et Gap. Grenoble. 1905.
21. F. NUSSBAUM: Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. Diss. Bern. 1906.
22. L. ROLLIER: Parallélisme des faciès du Dogger. *Mém. Soc. Emul. Jura, Lons-le-Saunier.* 1913.
23. H. SCHARDT: Compte rendu de l'excursion à travers de la Suisse occidentale. Excursion X. *Extrait du Compte rendu du congrès géologique international.* 60^{me} session. 1894. Zürich.
24. H. SCHARDT: Livret des excursions scientifiques. *Neuvième congrès international de géographie.* Genève. 1908.
25. H. SCHARDT: Les Régions exotiques du versant N des Alpes suisses. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* T. XXXIV. 1898.
26. H. SCHARDT: Dépôt morainique du glacier de la Sarine dans le vallon de la Marione au SE du Moléson. *C.R. Soc. vaud. d. Sciences nat.* 15 Mai 1895 et Arch. Genève. 1895.
27. B. STUDER: Geologie der Schweiz. II. Band. Bern-Zürich. 1853.

Manuskript eingegangen am 9. Januar 1920.

Ueber unterirdische Luftströmungen beobachtet in Bohrlöchern.

Von J. J. PANNEKOEK VAN RHEDEN (Haarlem).

Im Nachfolgenden handelt es sich um die Beschreibung einiger Fälle von Luftströmung, die in Bohrlöchern von Süd-Limburg (Niederlande) beobachtet worden sind. Der Zweck dieser Veröffentlichung ist lediglich, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diese Art von Erscheinungen zu lenken, damit